

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.07.018

某600 MW 机组汽轮机异常振动的分析及处理

Analysis and treatment of abnormal vibration of a steam turbine of 600 MW unit

陈啸,徐威,刘利,陈鑫
CHEN Xiao,XU Wei,LIU Li,CHEN Xin

(中电华创电力技术研究有限公司,上海 200086)
(China Power Huachuang Electricity Technology Research Company Limited, Shanghai 200086, China)

摘要:针对某电厂#2机组在正常运行过程中,汽轮机侧#2轴承轴振出现非稳定的间歇性振动波动异常现象,通过振动数据监测,分析了机组异常振动的原因及机理,阐明了由于油挡积垢碳化导致的间歇性碰磨所造成的机组振动异常,经清理油挡处污垢及积碳后,机组振动恢复正常。

关键词:间歇性振动;汽轮机;油挡;积碳;轴承

中图分类号:TM 621 文献标志码:B 文章编号:1674-1951(2019)07-0064-03

Abstract: During the normal operation of No. 2 unit in a power plant, there is unsteady intermittent vibration of steam turbine side No. 2 bearing. Through the vibration data monitoring, the cause and mechanism of the abnormal vibration of the unit are analyzed. The abnormal vibration of the unit is caused by the intermittent rubbing due to the deposition carbonization on the oil battle. After cleaning the carbon deposit on the oil baffle, the vibration of the unit returns to normal.

Keywords: intermittent vibration; steam turbine; oil baffle; carbon deposition; bearing

1 机组概况

某厂#2机组采用引进型超临界600 MW一次中间再热、单轴、四缸四排汽反动式汽轮机及三相同步汽轮发电机。汽轮机机组采用模块化设计,包括1个桶形单流高压缸、1个双向分流中压缸和2个双向分流低压缸。汽轮机的4根转子均为焊接结构,转子间通过刚性连接。整个汽轮发电机组的5个转子配有6个支承轴承(其中#2轴承为推力支承组合轴承)。#1~#6轴承全部为落地支撑形式,汽机部分轴系支撑如图1所示。

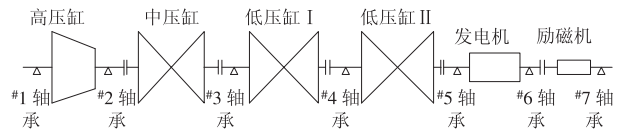


图1 轴系支撑
Fig.1 Shaft support

该机组投运后振动情况一直良好。2017年8月,机组出现振动异常情况,#2轴承轴振突然缓慢

增加,0.5 h内达到峰值,之后缓慢下降,继而回到初始振动值。该振动异常情况发生无规律,一周内出现多次,与负荷等无明显关系。经分析振动数据,#2轴承间歇性振动,其原因为油挡积垢碳化,与轴发生间歇性碰磨,通过清理油挡处污垢及积碳,解决了此问题,对其他发电企业具有良好的经验借鉴作用^[1-5]。

2 振动概况

通过对该机组进行振动监测,成功捕捉到振动异常现象,得到了详细的振动数据。具体振动数据见表1,振动趋势如图2、图3所示。

从振动趋势图可以看出,17:22左右,该机组#2轴承振动开始出现波动,17:47振动幅值变化达到最高点,后又缓慢下降,18:20左右恢复正常,持续约1 h。在振动幅值变化过程中,振动相位也随之发生变化。该机组其他轴承振动无异常。

3 振动原因初步分析

从振动特征看,转子振动发生异常波动时振动

表 1 #2 轴承轴振数据
Tab.1 No.2 bearing vibration data

时刻	X 向(45°)			Y 向(315°)		
	通频振动/ μm	1 倍频振动/ μm	相位/ $(^\circ)$	通频振动/ μm	1 倍频振动/ μm	相位/ $(^\circ)$
17:22	81	67	338	44	32	96
17:47	120	101	349	72	58	97
18:20	82	68	340	47	35	99

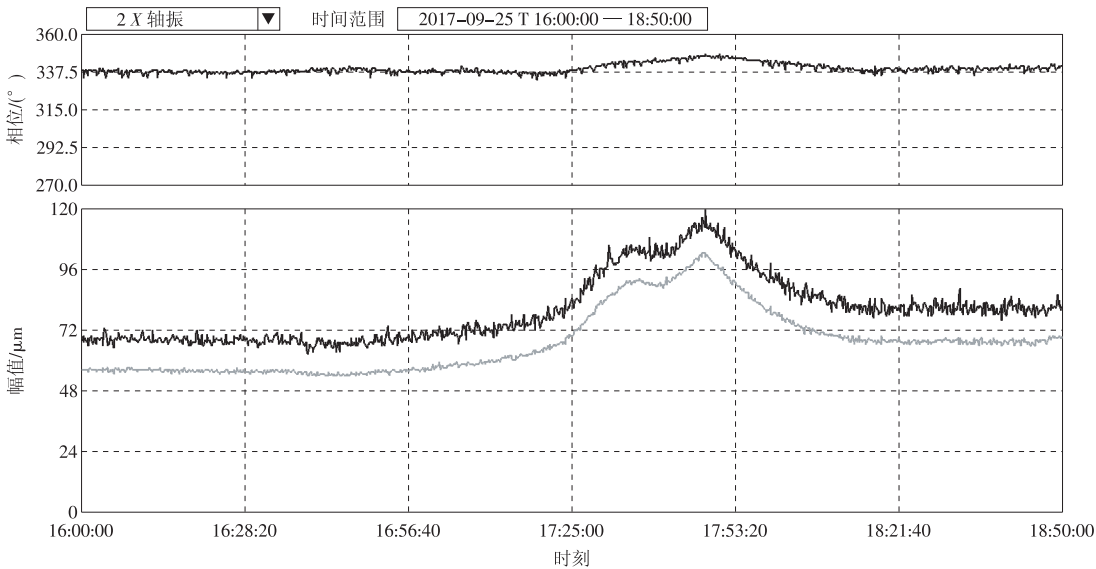


图 2 #2 轴承 X 方向振动趋势
Fig.2 No.2 bearing vibration trend on X direction

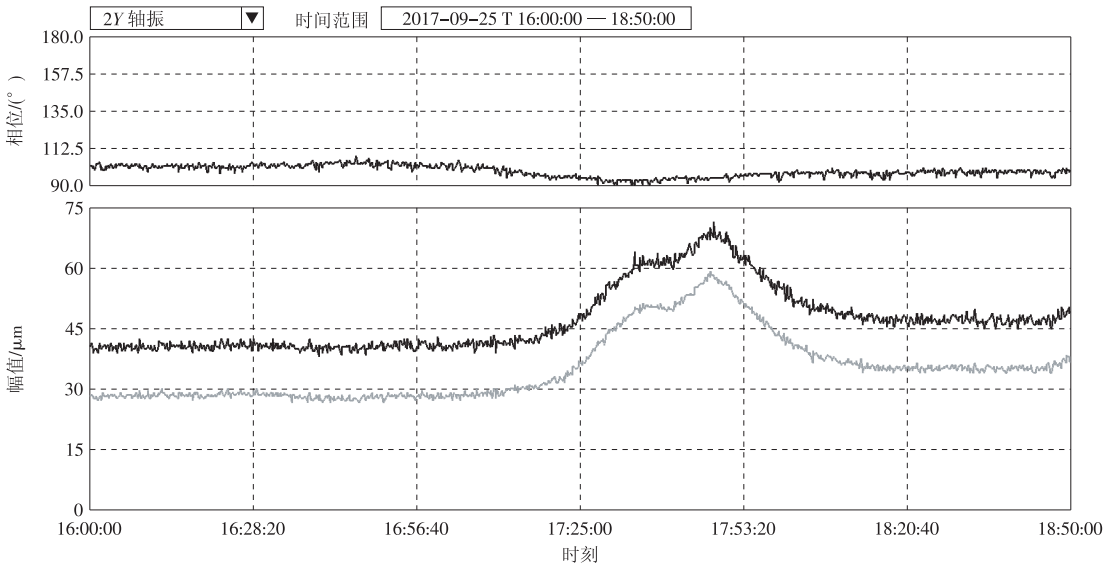


图 3 #2 轴承 Y 方向振动趋势
Fig.3 No.2 bearing vibration trend on Y direction

频谱分析以 1 倍频分量为主,2 倍频和 0.5 倍频的分量很小,可以排除汽流激振和轴承失稳等故障。#2 轴承振动增大后,经过一段时间又恢复到正常水平,有明显的波峰,但无周期性变化,数据表现为无规律性和非线性。对历史数据进行分析后未发现与机组运行参数的对应关系,振幅波动期间机组的负荷、绝对膨胀及胀差、汽缸温度等重要参数无明显变化。

根据上述特征分析判断该机组高压部分可能存在轻微的动静摩擦,这种摩擦较轻,可能是软性材料引起的或者动、静碰磨部分有退让性,较容易发生在汽封、油挡等处,因此振动幅值上升较缓慢,有时会自行回落,没有导致振动持续和进一步扩大。

该振动从频谱分析看是由于动、静轻微摩擦引起的,且发生在高压缸后#2轴承位置,考虑此处位

置温度较高,易发生油挡内积垢碳化,推测摩擦原因可能是油挡积碳。

4 油挡积垢碳化摩擦振动机理

为防止润滑油泄漏,汽轮机轴承箱处油挡通常采用多级密封齿结构,密封齿材料一般选用比较软的铜,确保一旦与转子发生碰磨,密封齿可迅速磨损,而不使转子局部磨损,其结构如图 4 所示。

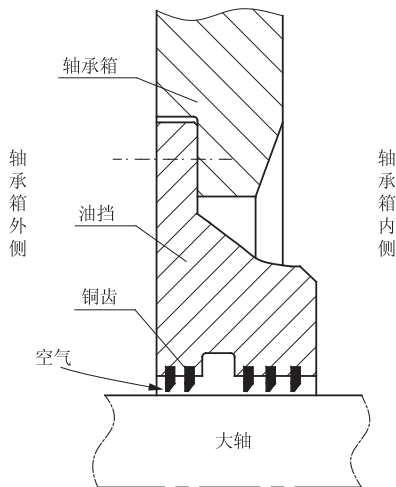


图 4 油挡密封示意

Fig.4 Sealing of oil baffle

为保证轴承箱内的润滑油不泄漏,机组正常运行时,轴承箱内部为微负压状态。空气会通过油挡间隙进入轴承箱,而空气中的粉尘等杂质也会通过气流进入油挡间隙。鉴于油挡的多级密封齿结构,油挡与转子之间间隙较小,铜齿与铜齿之间有空隙,在铜齿之间容易形成气流缓冲区,空气在此处会形成涡流,其中夹带的灰尘等杂质将会在此聚集。同时,轴承箱内的油烟也会进入铜齿间隙中,油烟与空气中的灰尘等杂质混合,形成油垢堆积在油挡的铜齿间。铜齿间的油垢堆积到一定程度后,会与转子接触,随着时间的推移,这些污垢会逐渐填补密封齿之间的间隙。

由于结构的原因,轴承箱油挡一般离轴封较近,油挡处的温度基本与轴封温度相当。在高压缸和中压缸附近,轴封温度较高,油挡铜齿之间的油垢在高温下会变硬固化,在转子的摩擦和挤压下温度升高,固化过程加剧,甚至发生碳化,从而形成硬质的碳化物与转子摩擦造成振动。

油垢和转子摩擦是非金属和金属摩擦,因此摩擦强度相对较小,且碳化物填充了油挡齿之间的间隙,接触面积远大于密封齿,因此磨损时间较长。

5 振动异常的处理

为了确认是否为油挡积碳导致的振动异常现

象,利用机组停机机会检查油挡。经检查, #2 轴承处油挡内部充满黑色污垢并已经碳化(如图 5 所示),验证振动异常是因为油挡积碳导致的动、静碰磨所造成的。

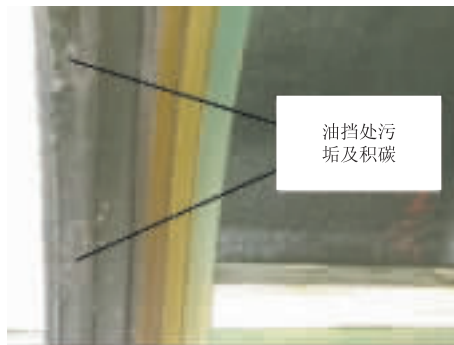


图 5 油挡处污垢及积碳

Fig.5 Fouling and carbon deposits
on oil baffle

利用机组检修机会,清理了油挡处的污垢及积碳,有效解决了 #2 轴承间歇性振动异常的难题。处理之后,机组正常运行过程中,再未出现突发性振动异常现象。

同时,调整主油箱压力,适当降低润滑油箱内的负压,减少油挡处吸入灰尘等造成油污积存的可能,定期检查、清理油挡处污垢,可以有效预防油挡积碳的产生。

6 结束语

通过分析可知,该厂 #2 机组运行过程中 #2 轴承轴振的间歇性振动异常现象,是由油挡积碳所致的动静碰磨引起的。通过清理油挡处污垢及积碳,有效地解决了此故障。

本文案例的分析和处理方法对机组运行过程中异常振动的诊断有一定的参考作用。

参考文献:

- [1] 孙健,杨建刚,田永伟. 汽轮发电机组摩擦引起的不稳定振动分析[J]. 振动、测试与诊断,2013,33(6):1084-1088.
- [2] 寇胜利. 汽轮发电机组的振动及现场平衡[M]. 北京:水利电力出版社,2007.
- [3] 张学延,张卫军,葛祥,等. 电厂旋转机械设备振动问题处理案例分析[J]. 中国电力,2015,48(8):110-116.
- [4] 张卫军,曹作旺. 汽轮机油挡积垢碳化摩擦振动的诊断[J]. 热力透平,2011,40(4):282-285.
- [5] 王乃斌,王俊山,徐威,等. 汽轮发电机组轴系周期性振动分析及处理[J]. 汽轮机技术,2017,59(4):313-315.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

陈啸(1985—),男,湖北天门人,工程师,从事大型汽轮机节能诊断和振动方面的研究(E-mail:409074706@qq.com)。