包钢1#高炉TRT发电机组振动故障诊断与处理

邵晓斌，张宏强，刘利强

（内蒙古包钢（集团）电气有限公司，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章针对包钢1#高炉TRT发电机组检修后起车轴瓦振动超标，通过四通道时域波形的采集，利用频谱分析及有关故障诊断理论，对发电机组振动进行了分析，在发电机振动处理过程引入现场动平衡技术，最后得出引起振动主要原因是对中及松动综合影响导致发电机油膜失稳。阐述了引起油膜涡动的原因及温度对中小型发电机对中的影响。

关键词： 发电机；油膜涡动；对中；故障诊断

中图分类号： X784 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2017)03－0084－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.03.024

Diagnosis and Treatment for the Vibration Fault of TRT Generator Unit in No. 1 Blast Furnace of Baotou Steel

SHAO Xiao－bin, ZHANG Hong－qiang, LIU Li－qiang

(*Electric Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In this article, it aims at the over－standard bearing vibration of the TRT generator unit of No. 1 blast furnace in Baotou steel after overhaul, analyzes the vibration of generator unit by collecting the four－channel time domain waveform and using the spectral analysis and relevant fault diagnosis theory, and introduces the field kinetic equilibrium technique in vibration processing of the generator. Finally, it comes to a conclusion that the main cause of the vibration is the effect of alignment and looseness, which leads to the oil film instability of the generator. The cause of oil film whirl and the influence of temperature on the medium and small generator alignment are expounded.

Key words: generator; oil film whirl; alignment; fault diagnosis

包钢TRT发电机组是高炉煤气系统的重要设备之一，机组利用高炉煤气的余热余压通过透平膨胀做功驱动发电机。2016年5月份1#高炉计划复产，复产前对TRT发电机组进行抽芯检查，对定转子进行清灰及常规电气试验。回装后2016年4月29日起车，起车后振动超标，运行30 min后，3#瓦水平振动达8 mm/s，因振动大停机。本文讲述了对该机组起车振动问题分析诊断及处理。

1 故障诊断

1.1 故障现象

2016年4月30日停机检查，发现3#瓦紧力过大，对3#瓦紧力进行调节。4月30日再次起车，起车过程振动值较大，当转速达3 030 r/min时，3#瓦振动值持续上升，运行5 min后，3#瓦水平振动7 mm/s，TRT发电机组的传动简图如图1所示。

收稿日期： 2017－03－31

作者简介： 邵晓斌（1988－），男，甘肃省天水市人，工程师，现从事旋转设备故障诊断工作。

中国知网 https://www.cnki.net

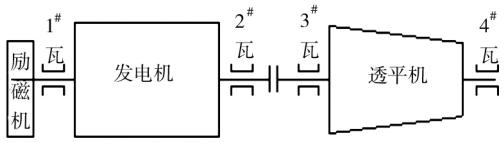


图 1　TRT 发电机组传动简图

通过频谱分析认为发电机存在转子失衡问题，决定对发电机进行现场在线动平衡配重。表 1 为 4 月30 日发电机在线平衡校准数据。

表 1　TRT 发电机在线动平衡校准数据

测试状态	平衡量 /(g)	加重位置 /(°)	1X 振幅 /(mm · s^{-1})	1X 相位 /(°)
原始振动			8.55	322
试重	170	200	3.60	246
校准	171	176	3.32	222

发电机负荷侧平衡盘配重 170 g 后起车，转速达 3 030 r/min 时，3#瓦水平振动 3.5 mm/s，4#瓦水平振动 2.6 mm/s，运行 10 min 后，机组运行状态平稳，3# 瓦水平振动 2.5 mm/s，4# 瓦水平振动 2.2 mm/s，3#瓦、4#瓦垂直与轴向振动较小，并网后转速稳定，发电机有功 2 000 kW 左右，3#瓦、4#瓦振动值下降均控制在 2.0 mm/s 左右。

待发电机运行稳定后，将发电机功率提升至 6 000 kW，运行状态一直良好。运行至 5 月 3 日上午，将发电机功率提升至 8 000 kW 时，1 h 后发电机振动开始变大。采用 4 通道振动分析仪，采集数据 3# 瓦、4#瓦水平速度频谱图如图 2 所示。从频谱中看出随着功率的增加出现 21.9 Hz 及 71.9 Hz 频率。

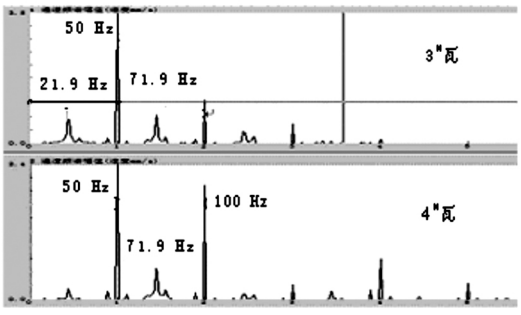


图 2　提升功率水平速度频谱图

3# 瓦水平振动 4.6 mm/s，4# 瓦水平振动 3.8 mm/s，且 4#瓦声音异常。功率降至 2 000 kW，30 min 之后，发电机振动下降，4#瓦异常声音逐渐消失。功率将至 2 000 kW 后采集数据 3#瓦、4#瓦水平速度频谱图如图 3 所示。从频谱中看出随着功率的下降 21.9 Hz 及 71.9 Hz 频率消失。

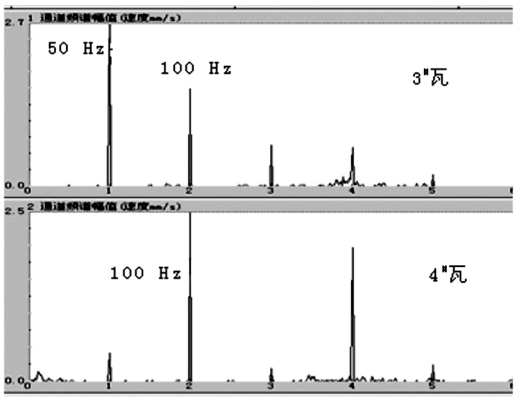


图 3　功率下降后水平速度频谱图

1.2　故障诊断过程

TRT 发电机功率提升后一段时间发电机振动明显增加，降低功率一段时间后振动值下降。无论发电机功率是否提高，通过图 2、图 3 速度频谱，尤其 3 瓦得振动频谱中均存在 1 倍、2 倍、3 倍转频，设备支撑部件松动的情况下会出现转频及大量谐波，图 2、3 信号与松动常见频谱类似，发电机可能存在基础连接松动[1]。

随着功率增加出现 21.9 Hz 及(21.9 + 50) Hz 不常见频率，21.9 /50 = 0.438 与振动理论中油膜半速涡动(半速涡动频率为 0.42 ~ 0.48 倍频) 类似[2]，油膜涡动会出现轴瓦声音异常。油膜涡动故障一般发生在高速轻载的旋转设备中，在中小型发电机中较为少见。中小型发电机转子因润滑条件差，轴与轴瓦间隙不当也会诱发油膜涡动[3]。

TRT 机组利用煤气余热余压推动透平做功发电，通过增加煤气进气量提升发电机功率，导致透平机机壳膨胀升高，燃气 1 号 TRT 透平机轴承座与透平机壳为一体，导致透平转子升高，机组热态下对中偏差大，诱发油膜涡动。

中小型发电机一般由汽轮机或透平机驱动，两者转子中心线在热态工作时均有不同程度的升高，中小型发电机组一般采用刚性联轴器，对中的目的是尽可能提高两转子热态下轴线重合的程度。检修的过程对中小型发电机组对中，是准确得到两热态轴线重合的转子冷态下的状态。

诊断认为引起发电机轴瓦异常振动的原因为:

中国知网　https://www.cnki.net

①发电机基础可能存在连接松动;②发电机3#瓦可能因轴瓦尺寸超差或对中等因素引起间隙不当造成油膜失稳。

2 故障处理

2.1 发电机解体后发现的问题

2016年5月6日停机对发电机进行解体检查。分解后发现发电机存在以下问题:

(1)拆分联轴器后重新用百分表检查发电机与透平的对中数据,发现发电机转子比透平转子高0.15 mm。

(2)分解发电机转子绕组护环,发现绕组与绕组之间支撑绝缘块有松动。

(3)发电机4#瓦与转子轴径接触面不理想,且3#瓦间隙超差。

(4)发电机定子基础螺栓松动,发电机3#瓦座基础螺栓松动。

诊断结论与解体检查发现的问题基本一致。

2.2 发电机故障处理

固化处理发电机绕组间支撑绝缘块,重新校准发电机转子动平衡。对3#瓦重新挂乌金,根据轴径尺寸加工轴瓦内径,并更换发电机4#瓦,对发电机定子基础及瓦座进行紧固,然后再次回装。

发电机与透平机轴系找中心,最终对中数据为,发电机较透平机转子高0.05 mm,轴向下张口0.05 mm。5月11日起车后运行正常。

发电机有功功率10 000 kW,3#瓦水平振动2.39 mm/s,4#瓦水平振动2.35 mm/s,TRT发电机组运行稳定。

3 结论

(1)诱发TRT发电机油膜涡动的原因。包钢1#高炉TRT随着发电机输出功率增大,透平转子承受的压力与温度明显提升,透平转子带动整个轴系上浮,加之3#瓦间隙大,造成3#瓦与轴颈间距离加大,油膜支撑刚度下降,出现随功率增大出现油膜涡动。

(2)温度对TRT发电机组对中的影响。中小型发电机转子一般在一阶临界转速以上运行,运行过程中发电机转轴轴线可近似认为是直线,发电机转子属于细长型转子,且质量大,冷态下处于挠曲状态。对中过程应保持发电机转子这种挠曲状态,来保证发电机转轴两轴颈处于同一水平面内,包钢1#高炉TRT发电机组对中过程在保证透平机转子水平的条件下,发电机与透平机两半联轴器处于上张口状态。高炉TRT发电机组透平机运行在高温高压的环境下,轴支座与转子本身膨胀量明显高于发电机转子,对中过程中透平转子应低于发电机转子。

参 考 文 献

[1] 杨国安.旋转机械故障诊断实用技术[M].北京:中国石化出版社,2012.

[2] 廖伯瑜.机械故障诊断基础[M].北京:冶金工业出版社,1995.

[3] 黄志坚.机械设备振动故障检测与诊断[M].北京:化工出版社,2010.

(上接第83页)

5.3 转炉煤气集控站

老区转炉煤气回收情况波动较大,经常随转炉生产节奏及配送影响,出现煤气柜位高拒收情况。将现有一、三、五转加压站、薄板加压站(四转加压站)整合,形成一个转炉煤气的集控站所进行统一管理,对系统内部管道进行改造,有效分配柜容资源,视转炉生产节奏及煤气平衡情况,以老区热力炉、锅炉系统为调节用户,进行削峰填谷,平稳回收转炉煤气,提高吨钢转炉煤气回收水平。

6 结束语

通过对新老体系工艺、设备设施、人员配置等方面的比照,以及球团加压站、冷轧煤气净化加压站、麦窑加压站无人值守站所实现集控统一管理,突出体现了信息自动化管理系统的优越性与可靠性,是企业实现降本增效、优化人员结构、提高设备管理、工艺管理水平的有效措施,是现代企业发展、管理的必然要求。

参 考 文 献

[1] 刘晨,王大全.无人值守调压站远程监控与安全防护系统[J].燃气与热力,2007,(8):01-03.

[2] 徐子翔.燃气无人值守信息系统的构建与管理研究[D].天津:南开大学,2010.

[3] 郝冉冉.SCADA系统在城市燃气管网调度管理的应用[J].燃气与热力,2009,(1):29-31.

中国知网 https://www.cnki.net