

TRT 叶片损坏原因及防范措施

方 勇

(能源总厂)

摘 要 武钢于 90 年代初从日本引进了一台煤气透平发电机,利用 5 号高炉产生的煤气发电。由于高炉煤气中含有大量的烟尘及腐蚀性元素,对 TRT 的关键部件——叶片产生急剧的磨损和腐蚀作用,甚至会引起叶片断裂等严重后果。总结了 10 年来使用、维修 TRT 的经验,分析了影响叶片使用寿命的主要原因,找出了延长叶片使用寿命的方法,以期充分发挥 TRT 的经济效益。

关键词 TRT 叶片 腐蚀 损坏

CAUSES TO DAMAGE OF TRT BLADE AND PREVENTATIVE MEASURES

Fang Yong

(Central Energy Resource Factory)

Abstract A gas turbine generator was introduced in WISCO from Japan for the purpose of TRT at the No.5 Blast Furnace in 1990s. The critical component of the TRT the blade has been severely worn and eroded and even damage and breaking of the blade occurred due to heavy content of dust fume corrosive elements in the BF gas. To check and solve the problem the experiences of operation and maintenance on the TRT in the past ten years have been summarized and main factors affecting the service life of the blade analyzed and correct method to extend the life of the blade found out, and as the result the economical efficiencies of the TRT can be brought into full play.

Keywords TRT blade corrosion damage

1 前 言

武钢燃气厂 5 号高炉煤气配套系统引进了一台日本三井造船生产的轴流反作用式透平发电机,采用全段静叶可变方式,以谋求提高回收率。透平机输出功率 17 250 kW,入口煤气压力 0.194 MPa,入口煤气温度 89~180℃,主轴转速 3 000 r/min。转子采用 13Gr 马氏体不锈钢制造。在动叶安装部位,沿轴向设有 X 金属销槽型的槽,在结构上经得起巨大的离心力考验。1~3 级静叶,是在贯通套筒和轴承的状态下,安装在内侧壳体内。

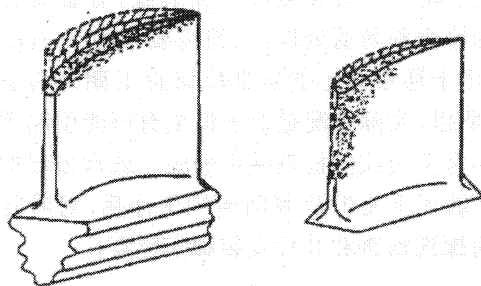
2 损坏的原因

TRT(炉顶压力回收透平)是在大量的烟尘、腐蚀性气体以及洗涤水等恶劣条件下运转的,再加上从炉顶直接排出的气体含有未处理干净的粉尘,对转动叶片、静叶片产生急剧的磨损和腐蚀作用,在叶片根部往往会因为侵蚀、腐蚀等引起损耗

和裂纹。

2.1 气流的冲刷作用

由于烟尘对转动叶片的冲刷作用,随着机组运转时间的增加,转子上的动叶片和定子上的静叶片会产生如图 1、图 2 形式的逐渐损耗。这样,就会使叶片机械性能降低(叶片厚度减薄 4% 以上),性能的降低可通过解析运转数据来进行判定。



(a) 动叶头部全部损耗

(b) 动叶前缘部位损耗

图 1 转动叶片

2.2 介质的腐蚀作用

在叶片根部附近,随着煤气、水汽侵蚀、腐蚀所引起的损耗,若叶片强度降低以及动、静固有振

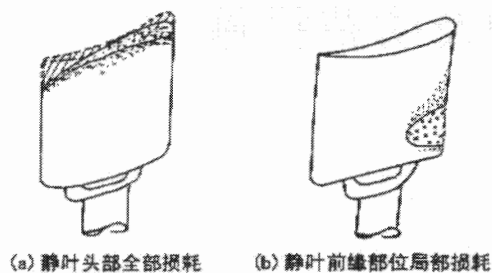


图2 定子静叶片

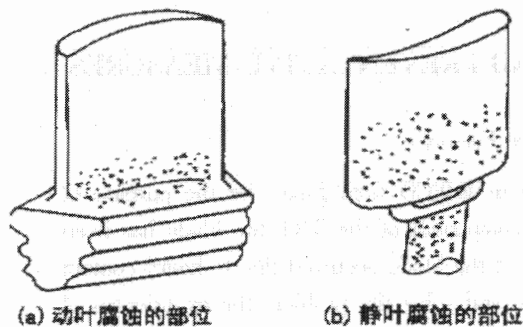


图3 叶片腐蚀的情况

动频率的变化导致发生共振之后,也有可能導致叶片根部的应力集中部位产生裂纹并不断扩大。

转动叶片埋入部位的腐蚀(见图3)。转动叶片及叶片的埋入部位是一种呈三角型的、用轴向插入的方法固定着。而在设计上,转动叶片的根部插入部分和转子埋入槽部位由于具有间隙,所以在运转过程中,煤气会进入其间隙内,产生局部腐蚀,存在进一步发生裂纹的可能性,在这种情况下,继续长期运转时,叶片就会有产生破裂导致重大事故的危險。

为了检查叶片损耗和有无裂纹,有必要进行充分的检查和防腐处理,大约需要30 d左右的工期,但由于通常每年的定期检修总工期只有20 d左右,所以,实际情况是对于将来有可能引起重大事故的有关裂纹的检查并不彻底。通常采取的方法是在转子上将叶片表面清扫干净后,对叶片进行磁粉探伤检查和叶片安装频率检查。

3 对策及措施

(1)在TRT转动叶片、定子叶片叶面上进行金属陶瓷涂层耐磨处理,然后烘干,进行脱磁、电气方面的偏差测试修正,做动平衡实验。

(2)动叶片埋入部位。在发生点状腐蚀的部位,由于存在点蚀底部的应力集中部位有发生裂纹的可能性,需要借助磨削加以去除,在清除掉点

蚀后,进行磁粉探伤检查和超声波检测。所以,应定期拔出转动叶片,重新进行涂层处理。

干式TRT在间隙处涂覆硅桐树脂,以防止烟尘等的侵入。涂覆的方法有两处,既可用刷涂的方法涂成薄膜,亦可采用充填方式将整个间隙埋起来。对于烟尘的侵入,充填涂层虽然具有更好的防止效果,但是与薄膜方式相比,需要更长的维修工期。

(3)备用叶片。在定期检查之前准备好备用叶片,在检查发现问题时,只须换上备用叶片就能使TRT复原,具有缩短检修工期的优点。而且,拆卸下来的叶片,可以不受定期检修工期的限制,因而可以花时间进行精密修复和防腐效果良好的涂层处理。

另外,除了裂纹引发的事故外,还有从煤气管道中带有异物进入机组即引起叶片断裂或损伤的情形发生。5号TRT在投产第一个运转周期后进行的定期检修中,发现动叶、静叶的头部均有明显异物撞击留下的凹坑伤痕,可能是管道安装时,管道内有一些小颗粒没有完全清扫干净,所幸没有造成严重后果。国内有的钢铁公司的TRT均发生过叶片断裂的严重事故,武钢的2台TRT虽然由于预防措施得力,至今未发生严重事故,但为了确保机组在将来可能发生的难以预料的意外事故时,能短时间内修复运转,减少事故损失,也需要储备一套备用叶片。如果没有备用叶片,一旦发生事故,在制造叶片期间,TRT就不得不长期停止生产(TRT叶片的制造工期大约需要12个月)。

从5号TRT10年来运转使用情况看,叶片的防腐性能较好,叶片表面平滑光整,带有粉尘的气流对叶片的冲刷所造成的危害远大于介质的腐蚀作用,尤其是静叶前缘根部、动叶顶部,在运行7年后,动叶顶部失去了原有形状,厚度变薄。静叶根部被气流冲刷出的槽部已经危及到叶片的强度。在2001年的定修过程中,对5号TRT3级静叶中的2、3级静叶进行了更换。使用的是国内研制的备件。

国产3号TRT的叶片由于负荷较小的缘故几乎未受到气流冲刷作用的影响,叶片原有形状仍保持完好,只有叶片表面上腐蚀留下的麻坑状痕迹,相比较而言,其耐腐蚀性能较差。因此在今后TRT的备用叶片准备中,5号TRT应侧重提高耐磨性,3号TRT侧重提高耐腐蚀性。

(收稿日期:2001-03-07)