

水环泵出力低的原因分析及处理措施

金 纬

(江苏华电能源有限公司望亭发电分公司,江苏 苏州 215155)

摘 要:水环泵出力的降低将造成凝汽器真空的下降,直接影响机组运行的经济性和安全性。保证水环泵出力的稳定对安全生产具有重要意义。对 #14 机组真空泵 B 出力下降的原因进行分析,并指定对策。运用孔探检测和 ZJ-821 除垢剂使真空泵 14B 冷却器的换热效果得到改善,从而恢复了水环泵的出力。此设备异常处理的手段在常见故障中具有典型性,可归结为特殊解决措施。

关键词:水环泵;孔探;除垢剂;冷却器

中图分类号:TB 752 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2018)10-0030-03

0 引言

望亭发电厂 #14 机组汽轮机为东方汽轮机厂改造过的亚临界、一次中间再热、四缸四排汽、单轴布置的冲动式凝汽式汽轮机。汽轮机型号为 N300-16.18/535/535。其高、中压缸为分缸结构,具有独立的高压缸和中压缸,低压缸为 2 只双流、双排汽的汽缸。#14 机组凝汽器的结构为双分式双流程表面换热式,冷却面积为 17 000 m²,介质流量为 35 500 t/h。主机真空系统配备 2 台水环式真空泵,其中真空泵 14B 于 2004 年 5 月进行过升级改造,采用佛山水泵厂生产的 2BW4 353-0 EL4 型水环泵,转速为 590 r/min,轴功率为 160 kW,真空泵内的叶轮、分配板和泵体都为 304 材质,真空泵冷却器管束材质为 TP316L,采用填料密封,其冷却水采用内供水方式。

2018 年 6 月 26 日,当机组负荷 230 MW,真空泵 14A,14B 例行切换时,发现真空泵 14A 与 14B 同时运行时,凝汽器真空度比真空泵 14A 单台运行时下降 1.0 kPa。真空泵 14A 单台运行时电流为 14.291 A,凝汽器真空度为 94.0 kPa。尝试停运真空泵 14A,继续运行真空泵 14B 时,发现其电流较真空泵 14A 单开时上升大约 1 A,凝汽器真空度下降至最低 90.6 kPa,此时紧急启动真空泵 14A,停运真空泵 14B,真空系统各项参数立刻恢复正常。

1 设备异常分析

1.1 水环泵原理和 workflow

水环泵工作原理如图 1 所示。水环泵利用旋转水环充当活塞作用造成泵腔容积的变化来实现吸气、压缩和排气。转子偏心地安装在泵壳内,在泵体

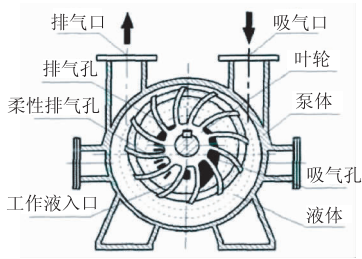


图 1 水环泵原理示意

内充有适量的水作为工作介质, #14 机组真空泵工作水来自机组凝结水。当叶轮在泵内旋转时,水被叶轮甩向四周,由于离心力的作用,水形成了一个与泵壳形状接近的等厚度的封闭圆环。在旋转前半周,叶轮中的水被叶轮加速,其圆周速度增大,当水从叶片顶端被甩出时,达到了叶轮的圆周速度,此时,小空腔的容积由小变大,且与端板上的吸气口相通。气体被吸入到空腔内。当叶轮继续旋转至后半周时,水重新进入叶轮,速度下降,动能转换为压力能,此时空腔的容积由大变小,气体被压缩,当空腔与端板上的排气口相通时,压缩后的气体被排除泵外。

水环真空泵工作时,凝汽器中的气汽混合物经过水环泵的抽吸,进入气水分离器。分离出来的气体进入大气,分离出来的水与工作水、补充水一起进入真空泵冷却器进行换热冷却。望亭发电厂 #14 机真空泵冷却器管侧为开式循环水。冷却后的工作水分为两路:一路经喷嘴进入水环泵入口,冷却从凝汽器来的气汽混合物,提高水环泵的抽吸能力;另一路直接进入水环泵作为工作水,维持真空泵的水环和水环温度,其 workflow 如图 2 所示。

1.2 设备异常原因分析确认

辅机检修人员在设备出现异常后就地试转真空泵 14B,进行缺陷确认。设备试转情况与概述中所描述的情况一致,检修人员同时对就地设备进行进

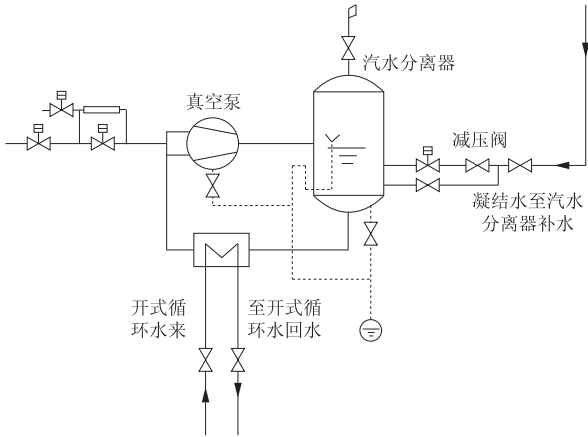


图 2 水环泵工作流程

一步检查。检查发现真空泵 14B 轴承振动、温度正常,转动部分无异声,补水正常。就地对真空泵 14B 冷却器进行温度检测,发现真空泵工作循环冷却水进水温度为 50.00℃,工作冷却水出水温度为 48.00℃,均比真空泵 14A 相应处温度高 10℃左右,工作水压为 0.14 MPa。冷却器管侧循环水进水温度为 33.80℃,出水温度为 35.00℃,循环水压 0.11 MPa。初步怀疑为冷却器管侧循环水堵塞,但是冲洗过程中未发现堵塞现象,且循环水压也很稳定。

经分析,设备异常现象原因为真空泵工作正常而系统真空度因其他原因降低,主要表现在真空泵出力不足^[1]。影响水环泵出力低的因素有很多。首先考虑到真空泵 14B 运行情况平稳,基本排除了机械故障;电机电流相比 A 泵仅增大 1 A,轴功率上升不明显,轴端盘根上半年已更换过,检查正常,可以排除轴套与盘根磨损造成径向间隙大而漏空气的原因。其次,汽水分离器液位正常,汽轮机排汽温度等相关系统参数也正常。一般来讲,2 台真空泵分别在同一运行方式运行,排汽温度相同,不会使单一泵的出力发生变化。由于冷却器水温偏高较大,工作水温明显升高,冷却效果大大降低,技术人员一致认为这是影响真空泵出力的直接原因。

在就地检查中,管侧循环水冲洗未见污垢堵塞,工作水喷嘴拆卸未见损坏堵塞,如图 3 所示。所以最终判断真空泵 14B 管束间可能由于大量污垢的堆积附着而使冷却面积大大缩小,直接影响了冷却效果。就地实测工作水温也进一步验证了这个判断,即当工作水温升高时,会引起泵内运行总体温度的升高,泵内水环汽化加剧,改变了真空泵内水环的厚度,从而影响了真空泵的出力,无法维持凝汽器真空。为了验证这个判断,我们对冷却器壳侧进行了孔探,发现冷却器管束间有大量结垢现象,如图 4 所示。

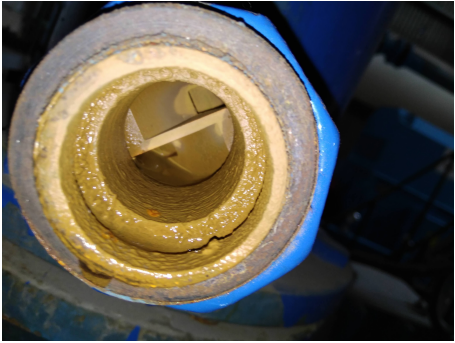


图 3 工作水喷嘴



图 4 对冷却器壳侧进行孔探

2 处理方案及实施

2.1 制定处理方案

通过对污垢的化学分析,其成分主要是水垢、碳酸钙,还有少部分的锈垢。这些物质的堆积不但会大大降低水环泵冷却器的换热效率,增加电机的负荷,还会对泵内零部件造成不同程度的侵蚀,必须尽快处理掉这些污垢,恢复真空泵 14B 的出力。同时考虑到消缺成本,需要一款运用较为广泛,操作方便,价格合理的除垢剂进行清洗。在经过调查研究后,决定采用 ZJ-821 除垢剂处理。

ZJ-821 是一种可降解的高效环保清洗液剂。主要用于清除用水设备中所产生的最顽固的水垢、氧化钙产物、泥垢和锈沉积物。这种液剂安全、无毒、无害,人体皮肤直接接触不会产生重大损伤。其除垢原理在于其液剂中含有特殊的湿润剂、渗透剂和分散剂,可以把沉积污垢中的复杂垢质进行有效分解,并直接清洗到设备的原有金属面,且清洗后产品中的特殊缓蚀复合物可以在金属表层形成一层预

