

水环式真空泵叶轮频繁断裂原因分析及技术改造

于海

(新疆玛纳斯发电有限责任公司 新疆 玛纳斯 832200)

[摘要]新疆玛纳斯发电厂2台300MW机组,自2008年机组投产以来,真空泵叶轮频繁断裂,严重影响机组安全可靠运行。通过对真空泵工作原理的分析,以及查看现场真空系统安装情况,找出真空泵叶轮断裂原因,确定了改造方案,解决了此问题。

[关键词]真空泵;叶轮;断裂

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.05.837

1. 概述

新疆玛纳斯发电厂2台300MW机组,共配有4台水环式真空泵型号2BW4353-OMK4,是单级液环设备,主要用于抽除低于大气压的气体和蒸汽。圆柱形泵体内装有偏心叶轮,叶轮的转动使工作液在泵体内形成一转动的液环,液环在叶轮的两个叶片之间脉动。在吸气侧,液环逐渐远离叶轮轮毂,气体通过圆盘上的吸气口轴向进入泵内,在排气侧,液环又逐渐靠近叶轮轮毂,气体被压缩并通过圆盘上的排气口被轴向排出。

自2008年机组投产以来,真空泵叶轮出现断裂缺陷已达6次,严重影响机组安全可靠运行,造成的经济损失也达百万元之多。断裂的叶轮如下:



2. 原因分析

引起真空泵叶轮断裂的原因主要有长期气蚀、叶片存在制造设计缺陷、叶片水击等,对上述原因进行逐项分析如下:

2.1 真空泵气蚀对叶轮造成损伤

真空泵运行中由于冷却水温高,长期气蚀造成叶轮根部损伤。但从损坏的叶轮上没有发现叶轮气蚀损伤的痕迹(叶轮表面无蜂窝状损伤),可以排除真空泵长期气蚀造成叶片断裂。

2.2 真空泵叶片存在制造、设计缺陷,造成叶片断裂

我公司四台真空泵叶片均出现过断裂缺陷,从其他厂家和原厂家各购买一台真空泵转子,使用后均出现叶片断裂缺陷。以及从叶片断裂口查看,未发现制造缺陷(夹渣、气孔等),也没有金属疲劳损伤的弯曲纹路。此真空泵在国内使用数量众多,技术相当成熟,因此,排除真空泵叶片存在制造、设计缺陷。

2.3 水冲击造成叶片断裂

真空泵正常运行时,抽取凝汽器中不凝结气体和水蒸汽,而水蒸汽温度一般在30~45℃,高于正常环境温度25~30℃,被抽蒸汽在真空抽气管道中遇冷缓慢凝结成水,但少量的水进入正在运行的真空泵中是不会造成叶片断裂,只有大量水进入真空泵内才会造成叶片水击过载断裂。

那真空抽气系统中会不会存在大量水突然进入真空泵体内呢?从真空泵抽气管路中可以看到,真空泵抽气入口气动门前有一段是安装位置相对较低,一台真空泵在备用时,抽气管

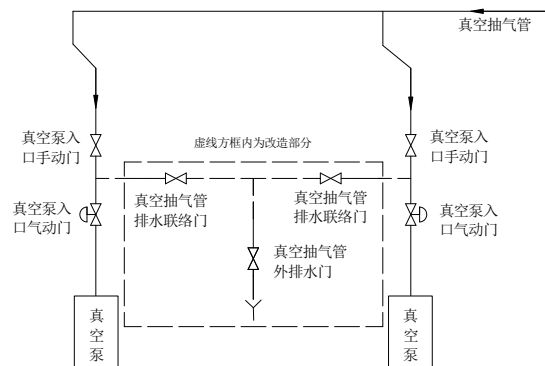
路凝结的水会聚集在这段管路中,此段管段长度(加上垂直管段)约3.5米,管径250mm,计算容积约0.68m³。而备用真空泵启动时,泵先运行,当抽气入口气动门两侧压差≤3.4kPa时自动快速打开,就会有大量凝结水快速进入泵体内,对真空泵叶片造成水击,每月进行一次真空泵切换运行的定期工作,都会造成真空泵叶片水击,经多次水击最终造成叶片断裂。

发电机组检修后,要对凝汽器进行灌水查漏,水会灌满真空抽气管路,而真空抽气管道上无放水门。灌水查漏结束后首次启动真空泵运行,就会有大量水进入真空泵,易造成真空泵叶片断裂。

断裂的叶片位置全部在传动端侧,因为真空泵上部有两个抽气入口,传动端处抽气入口最靠近抽气管,积水最先、大部分进入传动端侧,而真空泵叶轮中部有分水环,两侧抽气与排气相对独立,造成损坏断裂的叶片全部在泵传动端侧。

3. 改造方案

解决真空泵叶片水击问题,要从两个方面处理,首先备用真空泵抽气入口门前管道积水,在抽气管道真空状态下积水无法外排,安装管道将积水缓慢排至运行真空泵。其次在真空泵抽气入口气动门前加装排水门,在凝汽器灌水查漏后,排空真空抽气管道内积水,然后再启动真空泵。改造示意图如下:



4. 改造后运行情况

2019年7月通过上述改造后,发电机组运行时,真空抽气管外排水门保持常关,两个真空抽气管排水联络门保持常开,可将备用真空抽气入口气动门前管道内凝结水排至运行真空泵内,可避免备用真空泵启动时大量水突然进入造成叶片断裂。凝汽器灌水查漏结束后,将真空抽气管外排水门打开,放空存水后关闭,再启动真空泵。改造后已运行至今,运行状况良好,再未发生真空泵叶片断裂缺陷。

2021年4月,机组大修对真空泵解体检修,检查真空泵叶轮完好。

参考文献

[1]任攀玉,金雪红.液环真空泵及其机组模块的结构优化[J].流程工业,2021(05):32-33+36.