

电站主轴密封空气围带烧毁原因及解决方案

李兴邦

(哈尔滨电机厂有限责任公司 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 介绍了巴基斯坦某电站主轴密封空气围带烧毁情况,并对其进行了认真分析,找出了烧毁的原因,并提出了解决方案。通过实际处理后解决了主轴密封空气围带烧毁现象。此故障的解决方案对高转速机组的主轴密封的安装提供了借鉴及指导。

关键词 高转速; 主轴密封; 空气围带; 烧毁

DOI: 10.3969/J. ISSN. 1008-7281. 2019. 01. 14

中图分类号: TM307+.1 文献标识码: B 文章编号: 1008-7281(2019)01-0045-003

Burning Out Causes and Solutions on Main Shaft Seal Air Girdle of Power Station

Li Xingbang

(Harbin Electric Machinery Company Limited, Harbin 150040, China)

Abstract This paper introduces the burning out situation of main shaft seal air girdle of a power station in Pakistan, carefully analyzes and finds out the causes, and puts forward the solution scheme. The burning out phenomenon of main shaft seal air girdle is solved by practical treatment. The solution scheme of this fault provides the reference and guidance of installing main shaft seal of high-speed unit.

Key words High speed; main shaft seal; air girdle; burn out

0 引言

主轴密封分为两种情况,一种是机组正常运行中,水导轴承下部防止机组顶盖与主轴间漏水的工作密封。另一种是高尾水位下停机检修轴承时将主轴四周的间隙封死,防止尾水向机坑内泄露的检修密封。巴基斯坦某电站的主轴密封采用无接触间隙式密封。其密封结构由密封箱、主轴护套、抗磨环组成;间隙密封的密封箱及主轴护套抗磨环均采用不锈钢制造;检修密封采用三角形围带式充气密封。但电站主轴密封空气围带发生了烧毁现象。根据此情况,我公司组织技术人员对其进行了检查与分析,找出了故障原因,并提出了解决方案。

1 设备结构及参数

巴基斯坦某电站的主轴密封采用的是无接触间隙式密封,操作压缩空气压力为 0.7MPa。当水轮机运行时,该密封与主轴间应有一定的间隙,使密封免受磨损;而机组停机后,充入压缩空气,使之与主轴护套抗磨环紧密接触。三角形围带与传

统空气围带结构不同,是实心结构,三角形围带内部是直径 $\varphi 7\text{mm}$ 的盘根槽,主轴密封结构如图 1 所示;空气围带如图 2 所示。

型号: HLA351d-LJ-420; 额定水头: 370m; 最大水头: 420m; 最大水头: 350m; 额定流量: $70.81\text{m}^3/\text{s}$; 额定出力: 243MW; 额定转速: 300r/min; 飞逸转速: 495r/min。

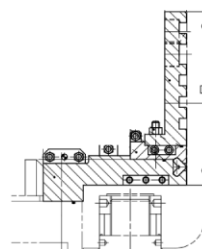


图1 主轴密封结构图

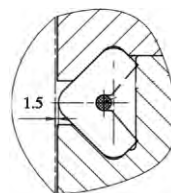


图2 空气围带图

2 故障原因及分析

2.1 现场情况

电站首台机首次手动开机冲转。转速升至80%时,水车室有浓密白烟并伴有弥漫刺鼻的橡胶味,顶盖振动急剧增大,紧急停机。停机后判断应是主轴密封空气围带受损。进行详细检查后,得知主轴密封安装时,未安装 $\varphi 8$ 耐油橡皮条。三角形密封带与主轴之间的间隙局部只有0.5mm。

拆除密封箱时,发现主轴上的抗磨环的下部(密封箱最下面梳齿处)磨损严重,局部凹槽达2mm。检修密封盖(与抗磨环接触处)时发现磨损现象,密封盖上密封条烧融。抗磨环下部合缝处变形张开,35道塞尺可以塞入。上部合缝处没有间隙。抗磨环上部与主轴无间隙。三角形密封带已全部烧毁焦化。

2.2 故障原因

经过现场拆机进行检查,判定原因有以下4个方面,启机振动曲线如图3所示,主轴密封拆装如图4所示。

(1) 三角形密封带与主轴之间的间隙局部只有0.5mm,接近设计极限。

(2) 三角形密封带内部 $\varphi 8$ 耐油橡皮条未安装,装配刚度和回弹性不够。 $\varphi 8$ 耐油橡皮条还有增大围带和主轴抗磨环间隙的作用。在充气实验结束,气压撤出后,密封回弹量小,甚至可能未回弹,导致充气试验后检修密封与抗磨环处的间隙可能会小于安装时的间隙值,甚至可能局部与主轴未能脱离。

(3) 机组运行时,抗磨环与空气围带摩擦产生热量,使密封带和抗磨环膨胀,两者接触面积更大,产生更多热量。

(4) 温度达到一定程度后,环氧树脂烧熔脱落,混在旋转间隙间,导致密封箱和抗磨环损毁。

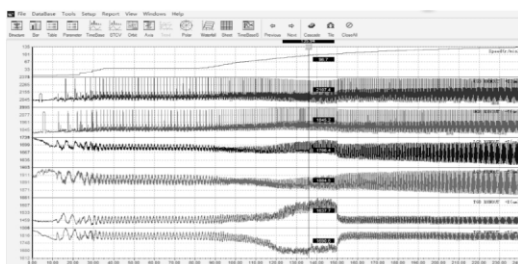


图3 启机时振动曲线



图4 主轴密封拆除

2.3 解决方案

(1) 主轴抗磨环拆下修复,外表面打磨光滑,特别是与三角形密封带接触区域。抗磨环把合螺栓填充孔,用环氧树脂填满。环氧树脂固化后表面打磨平顺,不允许有高点。

(2) 更换三角形密封带,内部安装 $\varphi 8$ 密封条。按安装顺序,依此测量4种情况下检修密封于抗磨环之间的间隙值:①初次装入三角形密封带,密封压盖安装前;②密封压盖装配完毕(螺栓预紧);③压缩空气系统投入后;④压缩空气系统完全撤出。

(3) 保证最后的三角形密封带与抗磨环之间的间隙单边在1~1.5mm。如果小于这个值,应对密封带内径进行打磨。注意打磨表面光滑,过渡区域光滑过渡。

(4) 压缩空气投入时,打开尾水闸门,观察主轴密封是否漏水。再将压缩空气撤出(此时尾水闸门仍处于开启位置),由于需要根据密封漏水的实际情况确定检修密封是否必须保留,因此建议气压不要一次完全撤出,应缓慢或分段撤出,气压撤出过程中密切关注密封漏水情况,若此实验过程中漏水量突然增大,需立即将检修密封投入,以免造成水淹轴承的事故。

3 实际处理效果

根据解决方案,我们对主轴空气围带部分密封条和支撑环进行了更换,并重新进行了安装。

(1) 首台机主轴抗磨环和密封箱换备品进行回装。按图纸要求在三角形密封带内部安装 $\varphi 8$ 密封条。对三角形密封带内径进行打磨。保证最后的三角形密封带与抗磨环之间的间隙单边在1~1.5mm。但由于支撑环和检修密封盖把合面受损变形严重,导致空气围带(三角形密封带)安装后,压缩空气系统投入后漏气。

(2) 更换新的支撑环和检修密 (下转49页)

表3 永磁同步电机优选试验方法

方法	简述	适用范围	设备需求
输入-输出法	测量转矩	所有定额	满负载容量的测功机

(三) 直流电机确定效率的试验方法
试验方法可用于现场试验、客户特定协议试

表4 直流电机试验方法

方法	简述	适用范围
直接测量 输入-输出法	转矩测量	满载容量的测功机
各项损耗求和, 负载试验和由试验确定负载杂散损耗的直流分量	单电源供电, 对拖试验确定负载杂散损耗 P_{LL} 的直流分量	两台完全相同的电机, 升压发电机、特定整流器
各项损耗求和, 负载试验和由推荐值确定负载杂散损耗的直流分量	按推荐值确定负载杂散损耗 P_{LL} 的直流分量	特定整流器
不进行负载试验的各项损耗求和损耗 P_{LL} 以外损耗求和	励磁损耗按负载与空载励磁电流的比例	
单电源供电对拖试验	单电源供电, 对拖试验	两台完全相同的电机, 升压发电机

旋转电机将迎来一个快速发展的时期, 因此加大对此类电机的试验技术的改进将对其发展起着重要的作用。新标准的实施是对前标准的改进与补充, 本文则对新标准改进部分做了详细的说明, 让设计者一目了然, 更好的促进新标准的实施。也希望对设计制造者提供一些帮助。

2 结语

旋转电机的种类繁多应用在许多现代工业领域, 尤其是在电力电子、工业控制、系统调速和电力生产领域。GB/T 25442—2018《旋转电机(牵引电机除外) 确定损耗和效率的试验方法》已由

国标委批准发布, 并于2019年2月1日实施。

参考文献

- [1] GB/25442—2010《旋转电机(牵引电机除外) 确定损耗和效率的试验方法》。
- [2] GB/25442—2018《旋转电机(牵引电机除外) 确定损耗和效率的试验方法》。
- [3] 李秀英, 陈伟华. 新版 GB 755—2008《旋转电机 定额和性能》介绍. 电机与控制应用, 2008, 12.

作者简介: 孔令财 男 1986年生; 毕业于黑龙江农业职业技术学院机电一体化技术专业, 现从事电机设计工作。

收稿日期: 2018-07-06

(上接46页) 封盖, 备品空气围带(三角形密封带) 和主轴抗磨环。

(3) 针对其它机组也进行了主轴密封拆除, 更换密封条等办法。彻底解决了主轴密封问题。

4 结语

通过对巴基斯坦某电站主轴密封空气围带烧毁的现象的分析, 可建议修改国家标准《水轮发电机组安装技术规范》中围带式检修密封正常运行中和转动部分保持最小1mm间隙的规定。应该根据现场实际情况, 适当放大间隙距离, 以达到

水电站正常运行。

参考文献

- [1] GB 8564—2003《水轮发电机组安装技术规范》。
- [2] 白延年. 水轮发电机设计与计算. 北京: 机械工业出版社, 1982.
- [3] 哈尔滨大电机研究所. 水轮机设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1976.
- [4] [发明专利] CN201110370175.8 水轮机使用的三角形空气围带密封结构。

作者简介: 李兴邦 男 1980年生; 毕业于兰州理工大学流体机械专业, 现从事水轮发电机组现场安装技术指导工作。

收稿日期: 2018-05-10