

某大型电站 1 号发电机集电环室异音诊断及处理

王继承, 刘松源, 陈彦和, 张彦龙

(雅砻江流域水电开发有限公司, 四川 成都 610051)

摘要:某大型电站 1 号机组发电站内开机试运行时, 发电机集电环室内出现金属撞击异音的异常现象, 针对异音产生后声响分布的位置进行分析、检查及排除, 由简入繁、由易入难, 并最终确定异音产生的部位为发电机上导油槽接触式油挡碳精块在机组运行过程中无法随轴领径向跟随所导致。在分析、排除异音过程中针对发电机各部位的检查流程、原因锁定也为其他电站发电机相类似异音产生后的分析、处理提供了详实的指导及借鉴。

关键词:发电机; 上导轴承; 异音; 油槽盖板; 接触式油挡

中图分类号: TM662

文献标志码: A

文章编号: 1001-2184(2023)增 1-0069-06

Diagnosis and Treatment of the Abnormal Sound in the Collector Ring Chamber of Generator #1 in a Large Hydropower Station

WANG Jicheng, LIU Songyuan, CHEN Yanhe, ZHANG Yanlong

(Yalong River Hydropower Development Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610051)

Abstract: During the commissioning of generator station of the #1 unit of a large hydropower station, the abnormal phenomenon of metal impinging on the abnormal sound in the generator collector ring was found. The distribution position of the abnormal sound was analyzed, checked and eliminated, which was from simple to complex and from easy to difficult. And it was ultimately determined that the cause of the abnormal was that the oil guide groove contact oil baffle carbon block in the process of unit operation cannot follow the radial direction of the shaft collar. In the process of analysis and elimination of abnormal sound, the inspection process and cause lock for each part of the generator also provide detailed guidance and reference for the analysis and treatment of similar abnormal sound caused by the generator of other hydropower stations.

Keywords: Generator; Upper guide bearing; Abnormal sound; Oil groove cover plate; Contact oil block

0 引言

某大型电站上导轴承装设于上机架内, 采用透平油在油槽内部自循环的冷却和润滑方式, 导瓦与轴领摩擦所产生的热量由上机架油槽内的油冷却器带走。油槽盖板采用 TNS 型接触式密封盖, 密封齿(碳精块)采用特种复合材料, 具有自润滑特性, 沿圆周为多等分(上下各 30 等分)结构, 每瓣均能与轴领形成径向跟随, 向轴心进量 0.5 mm、退量 2.5 mm。在轴领偏心运行时, 保持自动跟随, 实现无间隙运行, 确保机组运行时轴承油雾不溢出(如图 1 所示)。

1 号机组在某年度 C 修过程中完成了发电机集电环更换、极性调换的工作及上导油槽冷却器端盖密封更换、上导瓦抽瓦对比检查、上导冷却器

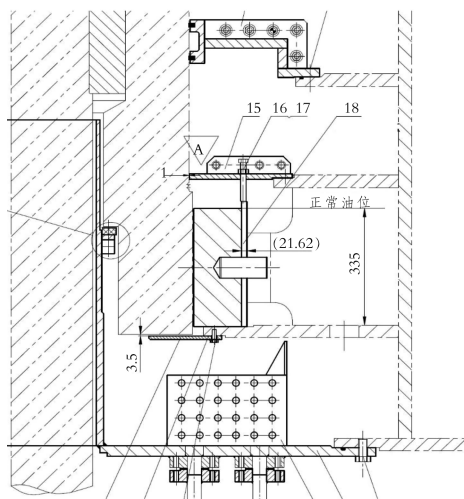


图 1 某大型电厂上导轴承剖面图

供水环管及三通更换、上固定挡风板拆装等工作。集电环更换完成后, 在拆除水导轴承及主轴

收稿日期: 2023-07-10

工作密封和检修密封的条件下进行无干扰盘车。盘车时将上导瓦键全部取出使上导瓦不与上端轴轴领接触,盘车时对集电环上环、下环及补气头摆度进行测量和调整^[1]。

1 故障问题现象

2020年1月10日09:30,1号机进行站内开机试运行,发电机集电环室传出疑似金属刮擦或碰撞的异音。现场检查异音来源于发电机集电环附近,在上导轴承上部异音比较明显,在上机架表面上异音不明显,其余部位均无异常声响。初步判定异音来源于发电机上端轴至集电环上法兰之间的部位。

后续进行多次开机运行均有此现象,每次异音均出现在机组开机运行至瓦温接近稳定后(约1.5~2 h)。在异音产生后大约30 min左右时间内异音响度和频率逐渐升高并稳定,机组停机过程中随着转速下降异音响度和频率逐渐降低,转速降至70%~75%额定转速后异音消失,说明异音的产生与温度和机组转速密切相关。

多次观察异音在机组空转、空载态均会出现,拔掉集电环碳刷后异音无任何变化,机组带负荷运行时异音响度和频率较空转及空载运行时有明显的降低。异音发生前后各部振摆及温度均无明显变化^[2](如图2~4所示)。

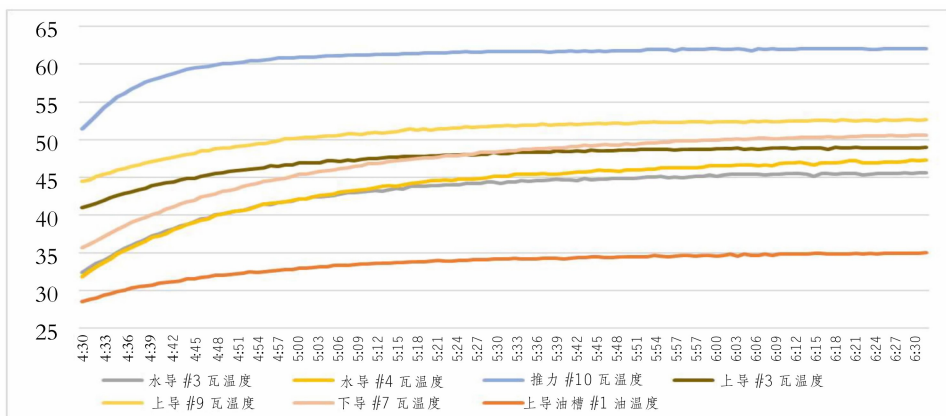


图2 2020年1月16日1号机空载运行温度曲线

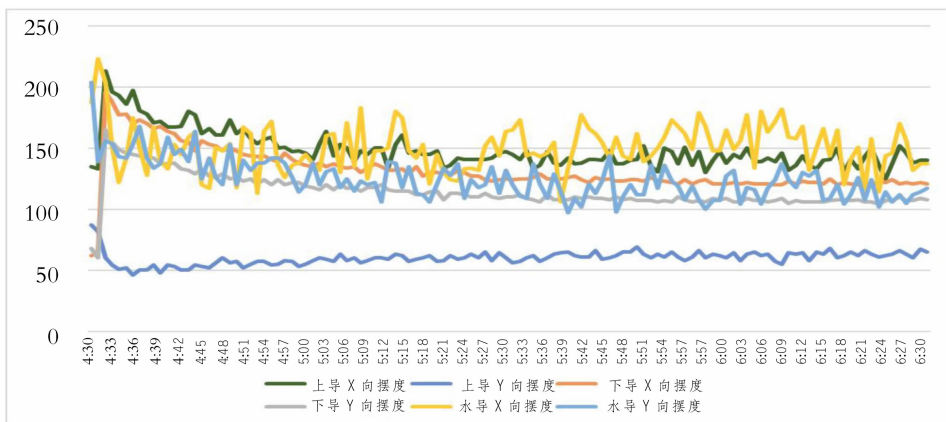


图3 2020年1月16日1号机空载运行摆度曲线

2 初步检查情况及处理措施

2020年1月11日机组停机后现场检查处理情况汇总如下:

- 集电环与碳刷架各部件运行正常;
- 上导轴承挡油圈与上端轴运行正常;
- 上导油槽接触式油挡有2块轻微的破损;

d. 大轴补气头与密封轴承、积水盆、支撑板及各紧固件检查正常;

e. 上导油挡油圈有刮擦痕迹,对上导油槽内挡油筒挡油圈、集油环打磨处理,在打磨区域标记(把合面处打磨2 mm,其余区域打磨1 mm)(如图5所示);

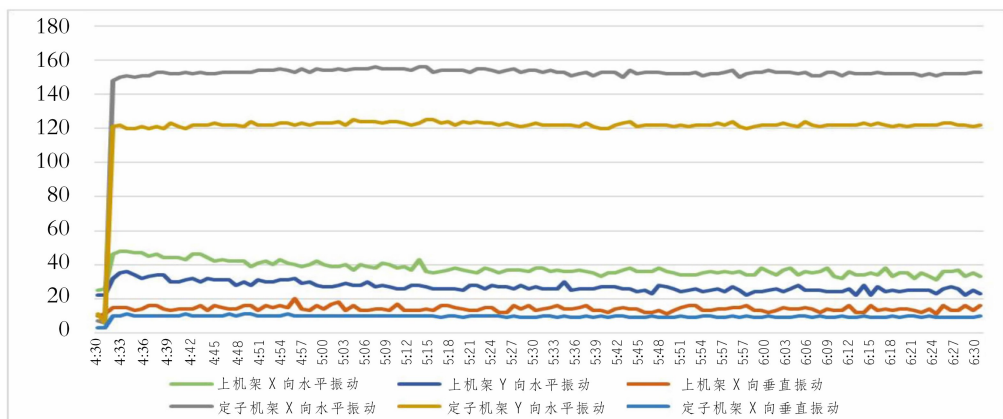


图 4 2020 年 1 月 16 日 1 号机空载运行振动曲线



图 5 上导油槽内档油筒挡油圈、集油环打磨

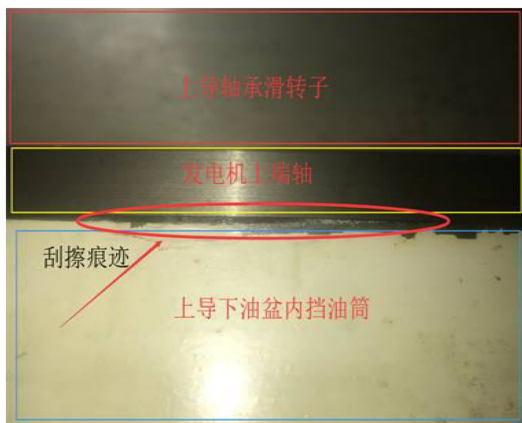


图 6 上导下油盆内档油筒顶部痕迹

- f. 检查集电环室转子引线及封堵板正常；
g. 检查转子中心体内引线及其他设备、转子
上方引线正常；

h. 转子磁极间隙和定转子气隙正常；

2020 年 1 月 13 日 11:30, 1 号机开机空载运行约 2 h 后, 集电环室内异音再次出现。停机现场检查处理情况如下:

- a. 上导油槽稳油板间隙正常；
b. 上导轴承轴瓦抽查对比正常；
c. 泵环与轴领间隙正常；
d. 上导油盆集油环、挡油圈之前所做记号无
任何磨损现象, 外部与大轴间隙正常；

e. 上导内挡油筒顶端存在多处间断性的油漆脱落及一处疑似金属刮擦痕迹, 滑转子顶部内壁有一处疑似金属刮擦痕迹, 对整个上导下油盆内挡油筒顶部区域进行打磨倒角, 打磨深度为 2~3 mm (如图 6 所示)。

2020 年 1 月 14 日 23:15, 1 号机开机空载运行约 1.5 h 后, 集电环室内异音再次出现。相

关检查处理情况如下:

- a. 上导瓦背键顶丝安装紧固后回松一圈后
锁固；
b. 滑转子与上端轴热套间隙检查正常；
c. 旋转挡风板与转子磁极挡板正常；
d. 推力头与推力油槽内挡油筒间隙正常；
e. 上导冷却水管及供排油管路正常；
f. 定转子间隙、磁极间间隙、磁极与磁轭间隙
检查正常；
g. 自动化元件、电缆正常。

后续 1 号机均在开机运行至 1~1.5 h 左右
集电环室内出现异音。

2020 年 1 月 24 日现场检查处理情况为: 1 号
机组盘车完成, 集电环上下滑环盘车结果:

集电环上环摆度 0.281 mm (优良标准 0.30
mm, 检修后摆度: 0.299 mm), 集电环下环摆度
0.279 mm (优良标准 0.30 mm, 检修后摆度:
0.271 mm), 集电环摆度优良;

测量 1 号、6 号接触式油挡碳精块与轴领间

隙约0.30 mm,其余接触式油挡碳精块与轴领无间隙(0.05 mm塞尺不能通过);

拆下全部6块接触式油挡后将油挡上安装的60个碳精块(如图7所示)全部取下;重新回装接触式油挡。



图7 上导接触式油挡取下的碳精块

2020年1月25日09:02~16:13,1号机开机空转、空载运行并停机,期间集电环室未出现任何异响。

3 原因分析锁定

3.1 固定部件产生异响

随着机组运行时间增长,上导轴瓦温度及油温上升,导致油槽相关部件温度升高产生热膨胀产生异响。

可能的部件有:上导瓦及瓦键热膨胀后相互挤压或撞击;上导瓦背定位销热膨胀后与支撑板挤压或撞击;上导瓦键热膨胀后与支撑板挤压或撞击;上导冷却器挡油板热膨胀后与冷却器撞击或相互接触振动刮擦;上导油槽油管路热膨胀后与管路支架在振动作用下产生刮擦;上导冷却器排水管路因水温上升产生热膨胀与管路支架在振动作用下产生刮擦。

上导瓦键及瓦背定位销撞击产生异响作用在上机架上盖板处能明显的听到,与现场实际情况不符,且将上导瓦键顶丝紧固后异响仍未消除,可排除该因素。

上导冷却器挡油板与冷却器撞击或相互接触振动刮擦作用在上机架上盖板处能明显的听到,与现场实际情况不符。

经检查处理,上导油槽油管路及水管路支架均紧固,可排除该因素。

3.2 固定部件和转动部件刮擦或碰撞产生异响

(1)随着机组运行时间增长,上导轴瓦温度

及油温上升,导致上导轴领发生热膨胀使得与之配合的固定部件间隙减小发生刮擦产生异响^[3](如图8所示)。

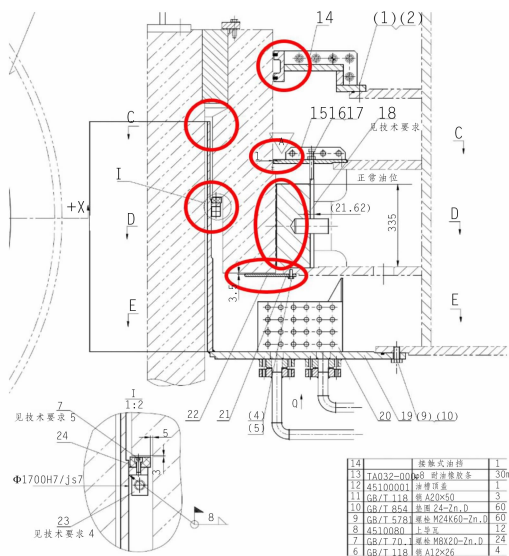


图8 上导油槽剖面图

可能与轴领发生刮擦的部位有:可能与轴领发生刮擦的部位有:上导油槽接触式油挡碳精块密封、上导稳油板、上导轴瓦、上导轴承泵油环、上导轴承内挡油桶顶部内侧、上导油槽内挡油桶挡油圈及集油环。

经检查调整上导稳油板与轴领间隙大于1.2 mm,满足安装要求,可排除该因素。

经检查上导轴承泵油环与轴领间隙满足设计要求(3.5 mm)且泵油环把合螺栓紧固,可排除该因素。

上导轴承内挡油桶顶部内侧、上导油槽内挡油桶挡油圈及集油环经打磨处理并结合第二次落下上导内挡油筒后检查情况,可排除该因素。

经抽瓦检查瓦面及轴领无异常划痕,但仔细观察轴瓦进油边和出油边因受力不同产生了明显的金属色差,进油边颜色较浅,出油边颜色较深(如图9所示)。结合潭头水电站上导轴承异响的情况,可能在机组运行过程中随着轴瓦和轴领的热膨胀导致轴瓦间隙减小,出油边与轴领产生了非间接摩擦,在较大摩擦力作用下导致轴瓦倾斜后回落撞击轴瓦支撑底板产生异响。但异响作用在上机架应能明显的听到,与现场实际情况不符,可排除该因素^[4]。

(2)随着机组运行时间增长,集电环滑环表面



图 9 1号机9号上导瓦瓦面

与碳刷摩擦导致滑环表面温度升高产生热膨胀,集电环滑环可能与刷握支架刮擦产生异音。经测量集电环滑环与刷握支架间隙为 3.0~3.5 mm,可排除该因素。

3.3 转动部件本体产生异音

(1)发电机转子中心体内的大轴补气管与大轴补气底板是采用插接的方式进行安装(如图 10 所示),插接部位有 2 层 $\Phi 50$ 型圈,有可能在机组转动过程中此处 O 型圈受挤压,大轴补气管撞击大轴补气底板而产生异音。此与异音产生的部位及异音的特性均能匹配,但与温度和转速的关系不明显^[5]。

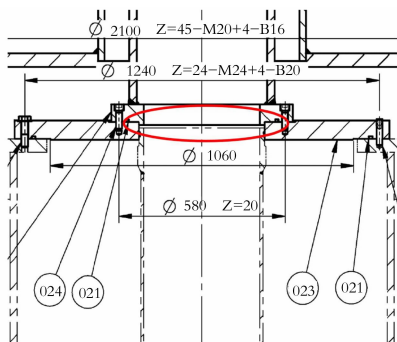


图 10 大轴补气管与大轴补气底板装配图

(2)转子中心体内从集电环内壁至上端轴下法兰之间有 2 条磁极引线(如图 11 所示),若磁极引线接头处松动或引线 with 转动部件连接件松动,因转动部件自转和公转引起的不平衡力可能导致引线接头处振动或与集电环、上端轴内壁撞击产生异音。经检查紧固磁极引线接头连接螺栓及引线 with 集电环、上端轴内壁把合螺栓后异音未消除,

拆掉集电环内壁垂直段至集电环引线后异音仍未消除,因此可排除该因素。

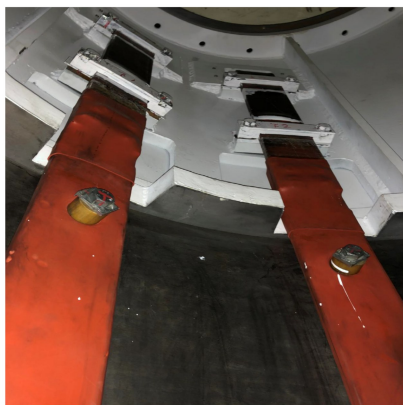


图 11 集电环及上端轴内壁磁极引线

(3)发电机转子中心体内的大轴补气管安装有一个 DN400 的不锈钢对夹式蝶阀(如图 12 所示),蝶阀长期处于全开的状态且对操作阀杆安装有锁定装置,防止蝶阀异常关闭。若蝶阀法兰连接螺栓、锁定装置连接螺栓松动或阀体异常损坏,在机组运行时可能产生异音。经检查蝶阀法兰连接螺栓、锁定装置连接螺栓均无松动,且关闭蝶阀运行时异音未消除,可排除该因素。



图 12 转子中心体内大轴补气蝶阀

3.4 原因锁定

结合 2020 年 1 月 24 日检查处理后机组开机运行后异音消除的情况,可以判断 1 号发电机运行时产生的异音来源于上导油槽接触式油挡碳精块。

在回装接触式油挡时,上导轴承密封盖与主轴中心线同轴度超差,密封盖偏心安装。如此造成间隙小一侧的接触齿弹簧被压紧,但仍处在微量弹性状态。机组转动时,密封齿与轴摩擦,摩擦

损耗使接触齿不断发热膨胀。在机组转动月1h后,上层接触齿背面弹簧被完然压紧。接触齿与轴领由弹性接触过渡到硬接触,此时可听到接触齿与轴领硬接触产生摩擦的声。硬磨擦加剧了密封齿热膨胀,并开始挤压相邻密封齿。密封齿在圆周方向相互挤压造成对称间隙大的一侧某段密封齿被弹出撞在轴上,便发出一声“啪”。当轴旋转180°时,轴系摆动又将这段接触齿推回去撞在密封盖上,又发出一声“啪”。如此往复,机组发出连续的“啪、啪”声。随着机组运行时间延长,下层密封齿也发出声响。此时听到就是杂乱的响声。

接触式油挡初次安装后。密封盖安装了定位销。在机组多次C修后轴心已不在原始位置,而密封盖仍回装到原始位置,如此造成接触式油挡与轴中心线同轴度超差,产生偏心^[6]。

4 后续处理

接触式密封盖取消定位销,安装前在大轴表面淋润滑油,对碳精块安装要保证背部弹簧高度一致,碳精块安装每块搭接时保证动作灵活无卡涩,在自然状态下碳精块弹簧弹起伸出密封盖的部分宽度一致。

打磨腰子孔的方式将1号发电机上导接触式油挡碳精块于轴领间隙调整至合格(0.05 mm塞尺无法通过)且碳精块有足够的向轴心弹出量,机组运行时可保证上导油雾不会从接触式油挡处溢出,机组可正常运行。

5 结语

针对某大型电站1号机组发电机集电环室内出现金属撞击异音后的声响分布位置进行分析、

检查及排除,由简入繁、由易入难,并最终确定异音产生的部位为发电机上导油槽接触式油挡碳精块在机组运行过程中无法随轴领径向跟随所导致。在分析、排除异音过程中针对发电机各部位的检查流程、原因锁定也为其他电站发电机相类似异音产生后的分析、处理提供了详实的指导及借鉴。

参考文献:

- [1] 王延博.大型汽轮发电机组轴系不对中振动的研究[J].动力工程,2004(06):768-774,784
- [2] 郭大朋,葛翔飞.百万千瓦级发电机端部振频异常分析[J].东北电力技术,2012,33(09):21-24.
- [3] 龚三元.浅析电机轴承异音与预防措施[J].中国设备工程,2018(05):132-133.
- [4] 宫守平,王进都,陈胜利,等.330 MW机组发电机出现异音原因分析及处理方法[J].内蒙古电力技术,2006(05):51-52.
- [5] 苏国成,王双海,王欣.发电机噪声增大的原因及解决[J].华北电力技术.2001,(09),16-18,28. DOI:10.16308/j.cnki.issn1003-9171.2001.09.007.
- [6] 刘钊.向家坝电站TAH机组推导油槽接触式油挡结构分析[J].水电站机电技术,2012,35(05):25-26,42. DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2012.05.014.

作者简介:

- 王继承(1988-),男,四川巴中人,工程师,从事水电站机械设备修维护及管理工作;
- 刘松源(1997-),男,河南平顶山人,专责,从事水电站机械设备修维护及管理工作;
- 陈彦和(1998-),男,云南曲靖人,专责,从事水电站机械设备修维护及管理工作;
- 张彦龙(1999-),男,甘肃会宁人,专责,从事水电站机械设备修维护及管理工作。

(责任编辑:史心雨)

成都地区首个抽水蓄能电站通过审查

2023年8月24日至26日,四川省成都市大邑抽水蓄能电站召开预可行性研究报告审查会,如期实现项目前期工作的里程碑目标,为后续可研阶段工作奠定了坚实基础。大邑抽水蓄能电站是《抽水蓄能中长期发展规划(2021年—2035年)》“十四五”重点实施项目,是《四川省电源电网发展规划(2022年—2025年)》“十四五”核准开工项目。电站位于成都市大邑县鹤鸣镇,为日调节纯抽水蓄能电站,初选装机容量180万kW,为一等大(1)型工程,建成后供电四川电网,可发挥调峰、调频、调相、承担紧急事故备用和黑启动作用,保障负荷中心电网安全稳定运行。

上水库位于鹤鸣镇斜江左岸大坪村西北侧的山顶宽谷盆地“龙窝子”,主要建筑物由挡水坝、上水库进/出水口、竖井旋流泄洪洞等组成,挡水坝坝型为钢筋混凝土面板堆石坝,最大坝高138m;下水库位于斜江支流黄水河上大坪村所在洼地,主要建筑物由挡水坝、下水库进/出水口、竖井旋流泄洪洞、泄洪放空洞等组成,挡水坝坝型为钢筋混凝土面板堆石坝,最大坝高123m。输水系统布置于上、下水库之间右岸山体,线路总体呈西—东向,输水系统总长2054m,距高比5.4。

(来源:中国电力建设集团网站)