



Analysis and Treatment of Oil Leakage at Turbine End Excitation End of a Generator

Li Jianjun

Guangxi Hualei New Materials Co., Ltd., Basei, China

Email address:

Lijianjun3251@163.com

To cite this article:

Li Jianjun. Analysis and Treatment of Oil Leakage at Turbine End Excitation End of a Generator. *Asia-Pacific Journal of Energy and Power Engineering*. Vol. 1, No. 1, 2019, pp. 1-4.

Received: February 19, 2019; Accepted: April 9, 2019; Published: April 27, 2019

Abstract: After Unit 2 is put into operation, the oil leakage in the middle of the steam and excitation ends of the generator is relatively large, which affects the safety of production. The causes of oil leakage are analyzed, and temporary measures are taken to prevent major equipment damage during operation. Taking advantage of the opportunity of unit maintenance, the upper end cap of generator steam end and excitation end is disintegrated. It is found that the middle side sealant strip is not filled, which causes insufficient deformation of the sealant strip. The gap between oil seal, oil holder and sealing bush is repaired and adjusted. In the process of overhaul, the organization, safety and technical measures are strictly implemented, and the "four-stage" acceptance is carried out to completely eliminate the oil leakage of turbogenerator.

Keywords: Turbogenerator, Steam End Excitation End, Oil Spill, Seal

一起发电机汽端励端漏油分析处理

李建军

广西华磊新材料有限公司，百色，中国

邮箱

Lijianjun3251@163.com

摘要: 2号机组投运后，发电机汽端、励端中分面渗油比较大，影响安全生产，对漏油产生的原因进行分析，运行中采取临时措施，防止发生重大设备损坏事件。利用机组检修机会，对发电机汽端、励端上端盖进行解体，发现中分面密封胶条未填满造成密封条变形不够，对油密封、油档、密封瓦等间隙进行检修、调整，在检修过程中，严格执行组织、安全、技术措施，进行“四级”验收，彻底消除汽轮发电机渗油。

关键词: 汽轮发电机，汽端励端，漏油，密封

1. 概述

某自备电厂建有3台350MW超临界机组，并入局域网，配DG1242/25.4-III型超临界循环流化床锅炉，单布风板、单炉膛、M型布置、平衡通风、一次中间再热、循环流化床燃烧方式、固态排渣，采用高温冷却式旋风分离器进行气固分离；发电机型号为QFSN-350-2-20，出口电压20kV；

汽轮机为CC350/328-24.2/7.0/1.0/566/566型超临界、一次中间再热、单轴、高中压合缸、双缸双排汽、两级调整抽汽、表面水冷凝汽式。

汽轮发电机组轴系由高中压、低压、发电机转子刚性连接，共有6个支撑轴承、1个推力轴承、1个稳定轴承，其中1号、2号轴承为可倾瓦支撑，3号-6号瓦为椭圆瓦支撑。该局域网装机容量为232万千瓦，三台机组厂一次调

频死区为5rpm，上调负荷10%，下调负荷70%，一次调频的调整量比较大。

汽轮发电机组的冷却方式为水氢氢，即定子线圈（包括定子引线、过渡线和出线）采用水内冷，转子线圈采用氢内冷，定子铁芯及端部结构件采用氢气表面冷却，集电环采用空气冷却。基座内部的氢气由装于转子两端的轴流式风扇驱动，在发电机内进行密闭循环。励磁系统采用机端变压器静止整流的自并励励磁系统。

自2号机组投运以来，2号汽轮发电机汽端、励端中分面存在漏油现象，一方面影响机组的安全运行，另一方面污染环境，影响文明生产。

2. 原因分析及采取临时措施

该汽轮发电机内氢气采用双流环密封瓦的密封油系统进行密封，双流密封瓦分为空气侧和氢气侧油路，空气侧为开式循环，采用节流式油压控制方式，差压阀设置在主油路上。空气侧密封油泵从氢油分离器油箱取油，密封油经油冷却器、过滤器、差压阀进入空气侧油环，空气侧密封油压力由差压阀自动跟踪发电机内氢气压力进行调节，使密封油压力始终高于发电机内氢气压力 $0.056\pm 0.02\text{MPa}$ 。

漏油原因分析：

- 1) 发电机上端盖密封面接触不良，存在沙眼等制造缺陷，结合面螺栓紧力不够等。
- 2) 油氢差压阀故障，使实际密封油压力远远超过氢气压力。
- 3) 密封瓦漏油，密封瓦安装质量不良，间隙超过标准。
- 4) 氢气侧回油管堵塞，会引起回油不畅，发电机内回油液位升高淹没油档，造成漏油。
- 5) 内、外油档漏油，内外油档磨损或与大轴间隙过大，会造成密封油漏出。

由于该机组并入局域网中，网内负荷紧缺，无法实现及时停机检修，为了防止断油烧瓦、油系统着火等重大事件的发生，在机组运行过程中制定防范措施和应急预案，在机组运行过程中采取的措施：

(1) 运行中检查发电机机内氢气纯度 $>96\%$ ，氢气压力 0.28MPa ，调整发电机封油压、油量、油氢差压阀压力在 $0.03\text{--}0.07\text{MPa}$ 之间运行，观察泄漏无变化。

(2) 对汽轮发电机上端盖及中分面螺栓进行紧固并在螺栓处涂抹密封胶等措施，但漏油还是存在，需要解体进一步查找内部原因。

(3) 在机组运行过程中，密切监视油箱油位、汽轮发电机轴承振动、轴承金属温度、胀差、缸膨胀、各处温差、轴向位移、润滑油压、密封油压、润滑油温、轴承回油温度以及发电机氢气压力、氢气温度、发电机内冷水系统温度、密封油压力、油氢差压在正常范围内。

(4) 做到文明生产，制作油盘将漏油汇集在一起并引流至6.3米处，用油桶收集，定期进行清理积油，如图1、图2所示，运行中增加对现场设备、系统的检查频次。



图1 汽端漏油情况。



图2 励端漏油情况。

3. 发电机汽端、励端漏油处理

利用2号机组停机检修机会，制定发电机汽端、励端漏油处理组织措施、安全措施、技术措施，在停机后的第十三天，汽轮机高压缸缸温降至 120°C ，停盘车、开工作票，对发电机励端、汽端端盖及5号轴瓦、6号轴瓦、密封瓦、油档等进行解体检查。

解体发电机汽端上半端盖，拆出外油挡、5号瓦、密封瓦、过渡环、内油挡，并做好标记。检查发现：

(1) 发电机汽端端盖中分面密封胶条与过渡环胶圈接触位置没有多出2-3mm余量，且未切出弧凸面，而是缺少一部分密封胶条，导致润滑油从此处流入中分面的密封槽中，如图3所示。



图3 密封胶条缺少。



图4 密封胶条缺少。

(2) 发电机汽端端盖中分面密封槽为方槽，密封胶条横截面为圆形条状，在安装圆形胶条时，若圆形胶条下方以及圆形胶条上部不涂抹密封胶，会存在空隙，导致润滑油沿着这部分未填满的密封槽流至汽端端盖中分面外端边缘位置，从而泄漏出来，如图4所示。

(3) 在密封胶条的直角拐弯处，没有安装月牙型密封胶条，导致直角处的密封胶条松动，受到螺栓紧固后没有足够的变形来形成密封，从而造成泄漏，如图5所示。



图5 直角过度处密封胶条。



图6 处理后运行中的汽端。

解体发电机励端上半端盖、拆出外油挡、6号轴瓦、密封瓦、过渡环、内油挡等，发现与汽轮发电机汽端的漏油原因一样。都是在基建施工过程中，没有严格按照施工工艺安装密封条，在螺栓紧固后，密封条没有变形或者说

变形不够，未起到密封的作用，机组在运行中润滑油从汽端、励端密封面漏出。

回装顺序与拆卸顺序相反，为了彻底处理发电机渗油隐患，回装过程中严格执行组织措施、安全措施、技术措施，严格执行检修工艺，重点内容要求如下。

3.1. 安装油密封

(1) 清理过渡环，装配辅助内油档、油密封及挡油盖。

(2) 检查密封座，紧固密封座水平结合面螺栓，用0.03mm厚塞尺塞不进去，每平方厘米接触2-4点的面积不小于75%，且分布均匀；密封座与密封瓦的环形径向接触面应垂直，无错口；各油室、油道应清洁畅通。

(3) 密封瓦分为汽端氢侧、汽端空侧，励端氢侧、励端空侧，按密封瓦外圆字头标记对号安装；检查各瓣密封瓦结合面间接触紧密，合缝面0.03mm厚塞尺塞不进去，密封瓦与轴径径向总间隙在0.18-0.20mm范围内。

(4) 密封瓦乌金无气孔、夹渣、表面无坑和裂纹，经煤油渗漏检查无起层现象；密封瓦的油孔和密封座环形油室应光洁，无铁屑、锈皮等。

(5) 双流环式密封座与密封瓦的安装，现在平板上研磨密封瓦，其水平结合面及侧面每平方厘米接触3-4点，总接触面积不小于75%，且分布均匀；密封瓦与密封座的侧面总间隙在0.13-0.20mm范围内，且均匀一致。

(6) 密封座挡油板与轴径间隙，顶部为0.80-0.90mm，两侧面为0.50-0.60mm，底部为0.20-0.30mm；密封座应与轴径同心，密封座内圆表面与轴径之间的间隙为，两侧面之差为0-0.06mm，上部减下部为0.54-0.86mm，并应保证密封座与大轴的垂直度。

(7) 将绝缘垫圈就位，绝缘垫圈上的进油孔对正过渡环上的进油孔，将组装好的下半油密封扣在轴颈上，转翻入下部，临时支撑好，再将上半油密封找正后装合缝套筒销、拧紧螺栓；在过渡环与端盖之间打入绝缘定位锥销并锁紧，用1000V兆欧表测量励端过渡环对密封座及端盖的绝缘电阻，其值不小于1MΩ；绝缘合格后，将所有螺栓穿入放松钢丝，形成与螺栓拧紧方向相同的力矩，钢丝端头绕成环形紧缠四圈，再次检查绝缘电阻合格。

3.2. 安装内挡油盖

(1) 在安装内外挡油盖前，先把内外挡油盖下半部分安装在端盖上与端盖油腔、油槽一起进行煤油渗油试验。

(2) 内挡油盖上下半部分用销子固定后，检查垂直结合面应平整，无错口和变形；内挡油盖上下半之间的结合面用0.03mm厚塞尺塞不进去，每平方厘米接触2-3点，总接触面积达到75%以上且分布均匀。

(3) 先安装下半内挡油盖，从转轴上滑向下部的安装位置，通过内挡油盖下面的两个调节螺钉调节上下、左右检修，用塞尺检查内挡油盖底部及两侧与轴颈的间隙；安装上半内挡油盖并紧固各部分螺栓，用塞尺检查内挡油盖底部及两侧与轴颈的间隙，顶部为0.30-0.35mm，两侧面0.15-0.20mm，底部0-0.05mm。

(4) 用1000V兆欧表测量励端内挡油盖对地绝缘电阻，其值不小于1MΩ（可适当顶起转子后检查）。

3.3. 安装上半端盖

清理、检查上半端盖与发电机端面、下半端盖结合面结合情况，检查上半端盖有无沙眼、气孔、夹渣等缺陷，检查密封槽内密封橡胶条是否完好，尤其是直角拐弯处，在结合面上均匀涂上密封胶，检查发电机内部确保无异物后安装上半端盖，交替紧固所有螺栓。

在处理2号发电机汽端、励端漏油过程中，还对发电机汽端、励端所有端头槽契、挡风板、汽端励端氢气冷却器、测温元件、叶片等进行了检查，未发现异常。

3.4. 定子气密性试验

试验用压缩空气为在25℃和常压下，空气中所含水汽浓度不应大于3.75g/m³；试验时密封油系统应投入运行，发电机内压缩空气压力升至0.3MPa，调整密封油压比发电机内气体压力高0.04MPa-0.06MPa；发电机转子处于静止状态，每昼夜最大允许漏空气量换算到给定状态（ $P_0=0.1\text{MPa}$ ， $t_0=20^\circ\text{C}$ ）时的体积 $\Delta V_A=1.7\text{m}^3/24\text{h}$ 。

3.5. 发电机油管道冲洗

密封油油质不合格前不允许油进入轴瓦与轴颈接触面，油冲洗阶段不得盘动转子。

在检修以及回装过程中，严格按照施工工艺，执行“W、H”质量点，进行“四级”验收，机组启动前进行风压试验、定子绕组绝缘等试验。

4. 效果及结论

汽轮发电机组启动后，负荷升至350MW，汽端、励端中分面均无渗油现象，如图6、图7所示。

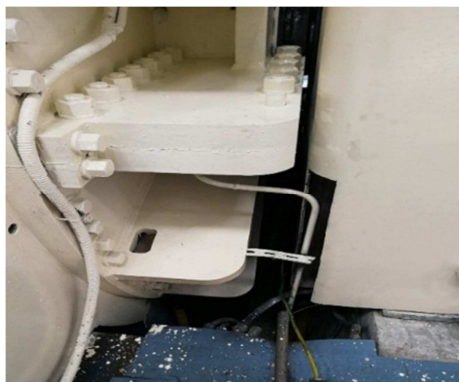


图7 处理后运行中的励端。

汽轮发电机在发电厂中属于非常重要设备，在运行中，必须要精心巡检、精心监盘、精心操作；在检修维护中必须严格执行检修工艺，对关键点、关键环节进行“四级”验收，确保检修质量。

2号汽轮发电机汽端、励端渗油处理好后，已运行半年多，实现了无漏泄。

参考文献

- [1] 孙开元等.机械密封结构图例及应用.北京:化学工业出版社.2017.6。
- [2] 冯小健等.东方电气集团东方发电机有限公司汽轮发电机运行说明书.四川：2017.4。
- [3] 冯小健等.东方电气集团东方发电机有限公司汽轮发电机维护与检修说明书.四川：2017.4。
- [4] 袁丁等.东方电气集团东方发电机有限公司300MW/330MW/350MW汽轮发电机安装说明书.四川：2016.4。
- [5] 黄俊荣等.广西华磊新材料有限公司发电厂电气一次检修规程.广西：2018.7。
- [6] 戴懿等.广西华磊新材料有限公司发电厂主机运行规程.广西：2017.6。
- [7] 潘世权.汽轮发电机组轴承油档漏油原因及采取对策.全国火电大机组（300MW级）竞赛第37届年会论文集.2014.361-365。
- [8] 吴少伟主编.超超临界火电机组运行.北京：中国电力出版社，2012.11。
- [9] 《汽轮机检修》编委会.汽轮机检修.北京：中国电力出版社，2010.4。
- [10] 郭延秋编.大型火电机组检修实用技术丛书 发电机分册.北京：中国电力出版社，2003.9。
- [11] 杨贵恒等编.发电机组维修技术.北京：化学工业出版社，2007.7。
- [12] 涂光瑜主编.汽轮发电机及电气设备.北京：中国电力出版社，2007.6。