

大型燃机发电机定子线棒绝缘故障局部处理修复

Local Treatment and Repair of Insulation Failure of Stator Bar of Large Gas Turbine Generator

李刚 王树春 于俊章

Gang Li Shuchun Wang Junzhang Yu

天津华电南疆热电有限公司 中国·天津 300452

Tianjin Huadian Nanjiang Thermal Power Co., Ltd., Tianjin, 300452, China

摘要: 论文通过介绍某大型燃机发电机定子线棒发生绝缘击穿后,对损坏部位进行局部更换修复的研究及探讨并实践,实现了中国首次大型燃机发电机定子线棒局部更换修理成功的案例,实现工程技术的突破。

Abstract: This paper introduces the research, discussion and practice of partial replacement and repair of the damaged part of the stator bar of a large gas turbine generator after insulation breakdown, and realizes the first successful case of partial replacement and repair of the stator bar of a large gas turbine generator in China, which makes a breakthrough in engineering technology.

关键词: 大型燃机发电机; 定子线棒; 局部修复

Keywords: large gas turbine generator; stator bar; local repair

DOI: 10.12346/etr.v4i1.5115

1 引言

某厂大型燃机发电机为哈尔滨电机厂有限公司生产的9FB型燃气机组,定子线圈具有截面高与宽比大、绝缘薄等特点^[1]。在发生绝缘破损后,截至目前,中国乃至国际通用做法都是将绝缘破损线棒所属一层的线棒全部更换,这种做法所需工时、人员耗费巨大。

2 故障简况

2021年6月某厂对3号发电机定子绕组进行直流耐压时,B、C两相耐压试验合格,对A相进行试验时发生放电现象,通过现场检查发现,发电机汽侧端部6点钟位置存在绝缘破损击穿现象。发电机型号:QFN-353-2,定子为72槽,上下两层式布置,三项隐极式发电机。

3 修复难点

在故障发生之后,与厂家讨论,因定子线棒高宽比大,线棒在槽内靠波纹板固定,造成定子线棒无法自由活动,因此在线棒装拆过程中必须有“开门”线棒抬起的工序才能施

工,抬起线棒无法拆出。另外,在“开门”线棒抬起过程中,线棒抬起时的主受力点为两端渐开线位置,无法在铁芯槽内施加足够的力同步抬起线棒。槽内线棒已经被波纹板挤住,摩擦力很大,不可避免地会造成抬起的“开门”线棒产生形变导致绝缘受损,有较大的风险。如采用破坏方式拆除受损线棒,回装过程中为避免线棒的渐开线位置及鼻端与相邻线棒发生碰撞,需抬起相关线棒“开门”也存在绝缘受损风险。加之在抬起“开门”线棒时,如波纹板未与线棒同步抬起,在“开门”线棒回落至槽内过程中,波纹板有向位移挤压下层线棒主绝缘的风险。通用做法是抬起上层全部线棒,返厂再现场回装方案。但结合实际,此做法所需工期长,不满足需要。决定采用局部修复方案。

4 结构组成

该机型为引进GE公司技术制造,定子线棒高宽比为96:23,较常规机组大,定子线棒采用氢外冷、端部整体绑扎结构,线棒绝缘薄,厚度仅为3.6mm。

①定子线圈由实心股线组成,槽内部分采用罗贝尔换位^[2]。定子线圈对地绝缘采用F级环氧粉云母带。分为

【作者简介】李刚(1977-),男,中国山东青岛人,本科,工程师,从事大型燃机机组的基建管理及生产管理研究。

五层,分别是云母粉和53841YQ胶混合成绝缘泥、浸渍53841YQ胶的多胶云母带、浸渍53841YQ胶的复合绝缘纸NMN、浸渍53841YQ胶的多胶云母带、聚四氟乙烯脱模带^[3]。为消除定子绕组的电晕放电现象,线圈的槽内部分外表面绕低阻防晕玻璃布带,端部外表面绕高阻半导体玻璃布带,同时一次模压成型。

定子绕组端部由3道绑环及其支架固定。励端引线环由12个支架固定。绑环和支架材料为高强度绝缘材料制成。支架通过夹板固定在压圈上。线棒端部之间、上下层之间、线棒与绑环之间、并联环与支架之间均用浸胶涤纶毡绑扎。定子绕组端部结构示意图见图1。

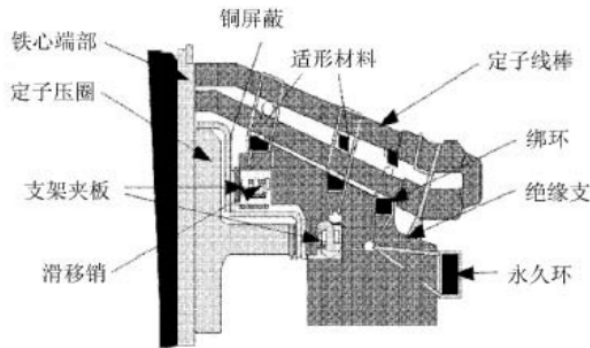


图1 定子绕组端部结构示意图

在对发电机定子线棒结构分析后,决定将受损线棒(2、3号线棒)以及旁边靠近的两根线棒(4号线棒)拆解、(5号线棒)部分拆解。拆除上层2、3、4、5号线棒的绝缘盒和环氧泥。气焊烤2、3、4、5线棒的上下层线圈连接板。此过程应注意下层线棒使用沾水的石棉带防护鼻端绝缘,周围用石棉纸防护。之后对定子膛内下层线棒与剩余的上层线棒进行直流耐压试验,测试下层线棒与剩余的上层线棒是否良好无破损,试验结果合格无问题。拆绑扎玻璃丝束,拆除2、3、4号上层线棒两侧的间隔块,拆槽口块,退上层2、3、4、5号槽定子槽楔。使用胶皮防护线棒端部,锤击两端拉紧带逐渐提升开门线棒,操作人员通过提拉紧带,将2号定子线棒抬升出槽内,使用木楔临时固定。将上层2、3号定子线棒抬出定子膛内后,将4号定子线棒抬到一半位置后,试验是否可以将2、3号定子线棒完整地放入槽内,试验结果发现此方法可行,不会损坏下层线棒绝缘,之后继续进行拆除层间垫条,使用吸尘器清理碎屑,去除锁紧结及层间绑扎玻璃丝束残留物、去除绝缘受损附近的间隔块。

根据玻璃丝束拆除情况,确定绝缘修复方案如下:

①对线棒待修复绝缘进行处理,清除掉已疏松失效的绝缘,注意尽量不要加重绝缘损伤程度。

②使用清洁压缩空气对待修复线棒表面进行吹扫,随后用蘸酒精白布对其表面进行擦拭清理。

③用少胶云母带上搓下来的云母粉和53841YQ胶混合成绝缘泥,将受损的绝缘凹坑塞满填平。

④将浸渍53841YQ胶的多胶云母带(尽量浸渍,不建议在带子上刷胶)铺贴在待修复绝缘表面一层,云母带间1/2搭接,铺贴长度每端应至少超过受损绝缘末端100mm。

⑤将浸渍YQ胶的复合绝缘纸NMN做成U型槽形状扣于多胶云母带表面,NMN应预先折出棱角以便于与云母带接触服帖,U型槽长度应与铺贴云母带长度一致。

⑥将浸渍53841YQ胶的多胶云母带(尽量浸渍,不建议在带子上刷胶)铺贴在U型槽表面一层,云母带间1/2搭接,铺贴长度每端应至少超过U型槽20mm。

⑦将聚四氟乙烯脱模带铺贴于云母带表面,便于固化后脱模。

⑧用楔子、环氧板、涤纶毡等材料将修复部位两侧塞紧,以确保铺贴的云母带与NMN能够与线棒本体粘接结实牢靠。

⑨用热烘枪对修复部位进行加热以保证其固化完全,注意加热温度不得高于120℃,加热时间视现场固化程度而定。

⑩绝缘固化后,用细砂纸对修复部位表面进行打磨,随后对绕组表面进行全面清理。

⑪在修复部位表面涂刷HEC56615高阻漆两遍并固化。

绝缘修复完成后,将连接板进行打磨、平直、酸洗,EL-CID试验,清理碎屑,并使用绝缘清洗剂清洗相关绑绳位置的油污(对瓷瓶的位置需进行特殊的防护)。安装层间垫条,在更换线棒位置加垫1层1~3mm厚的浸渍56104环氧胶的涤纶毡。涤纶毡厚度应在线棒与层间材料间隙的1.5~2倍。拉带复位,安装新定子线棒,装配侧面波纹板,装鼻端定位工具,槽内临时固定,之后进行交直流耐压试验,耐压试验合格后,装配端部垫块,进行端部绑扎,端部全面清理。回装槽楔,进行槽楔紧度检查。焊上下层连接线。线棒鼻端防护,避免绝缘过热。清理线棒鼻端及连接线。焊接上下层连接板。超声波探伤检查。进行定子三相直流电阻测试,记录相关结果。装槽口块。装绝缘盒,绝缘盒绑扎。端部清理防护,淋胶,端部固化24H。然后进行铁损、端模等电气试验。最后全面清理,端部喷漆。之后启机顺利并网发电,观察运行良好无异常。

5 结语

本次某电厂进行了局部更换修复工艺,突破了燃机发电机不能进行局部修复的方式,在技术和工艺上进行了大胆的尝试和突破,具有普遍的推广价值。

参考文献

- [1] 刘洪伟.大高宽比空冷汽轮发电机定子线棒制造工艺研究[J].科学技术创新,2011(15):25.
- [2] 孙吾波.发电机定子线圈绝缘结构设计研究[J].电力科技,2015(7):259.
- [3] 付强,满宇光,卢春莲,等.大型电机VPI绝缘体系的关键技术研究[J].电气技术,2016(1):1-8.