

660 MW 汽轮发电机定子铁芯灼烧问题分析及处理

胡 洲¹, 朱朝阳², 丁阳俊¹(1. 国网浙江省电力公司电力科学研究院, 杭州 310014;
2. 淮浙煤电凤台发电分公司, 安徽 淮南 232131)

摘要: 在对某发电厂 660 MW 汽轮发电机的检查中发现定子铁芯背部有多处灼伤, 经现场查看发现发电机铁芯背部存留毛刺, 由于毛刺的存在, 在运行中会使边段硅钢片间产生微小电压而发生跳火, 进而导致局部过热灼伤。经模拟论证及现场处理后消除了缺陷, 为后续发电机检修以及发电机定子灼伤问题的处理提供了参考。

关键词: 汽轮发电机; 定子铁芯; 灼烧

中图分类号: TM311

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2016)09-0046-03

Analysis and Treatment of Stator Core Burn of 660 MW Steam Turbine Generator

HU Zhou¹, ZHU Chaoyang², DING Yangjun¹

(1. State Grid Zhejiang Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014, China;

2. Huai zhe Coal & Power Fengtai Power Generation Co., Ltd., Huainan Anhui 232131, China)

Abstract: Several burns were detected on the back of stator core during 660 MW steam turbine generator examination in a power plant. It is found that there are burrs on the back of stator core, due to which there comes small voltage between silicon steel sheet, and flashover thereby occurs and the stator core burn comes with partial overheat. Through simulation demonstration and field treatment, the defects are eliminated, which provides reference to generator maintenance and treatment on stator core burn of generator.

Key words: steam turbine generator; stator core; burn

0 引言

某发电厂 3 号机组发电机为隐极式、二极、三相同步汽轮发电机, 型号为 QFSN-660-2, 额定功率 660 MW, 额定电压 20 kV, 额定电流 21 169 A。设备于 2013 年 12 月投产使用, 运行稳定, 于 2015 年 3 月停机进行首次检查性 A 修。检查发现发电机定子铁芯背部有多处灼伤, 不同灼伤点呈现黑色痕迹、齿压板铁板翘曲、电弧凸瘤等现象, 部分灼伤点如图 1 所示。发电机定子铁芯出现灼伤后如果未及时处理, 在机组运行中, 灼伤部位容易发生短路, 甚至可能导致发电机定子线棒击穿, 造成设备严重损伤。

1 原因分析

发电机边段铁芯发生故障的原因是多方面

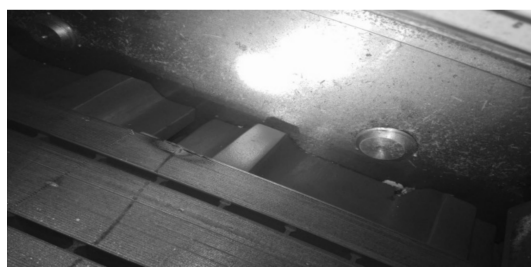


图 1 电弧灼伤点

的, 主要包括以下几点:

(1) 大型发电机通常采用气隙取气式通风结构, 边段结构处于出风区, 温度相对较高。

(2) 发电机端部磁场比较特殊, 尤其在由滞相运行转换为进相运行时, 转子磁场由去磁作用变为助磁作用, 导致端部漏磁通急剧增大^[1]。

(3) 硅钢片在成型过程中由于工艺原因, 使其边缘存在毛刺, 毛刺在发电机运行过程中, 会

刺伤片间绝缘,引起硅钢片片间短路等^[2]。

(4)端部属于整个铁芯的末端,不像中部那样相互挤紧,容易出现松动。

结合该汽轮发电机厂设备结构和现场检查情况,对此次故障原因分析如下。

1.1 毛刺的存留

发电机定子的边段铁芯为 Donuts 结构,该段铁芯在发电机厂内的铁耗试验是单独进行的。在铁耗试验中,为了准确找出热点,对该段铁芯的外圆进行了打磨,共均匀分布21处打磨点,用以模拟实际运行中,发电机支撑筋在铁芯背部短接的情况。虽然在工艺上最后会对打磨处进行处理,但仍可能存留少量毛刺,从现场检查情况来看也确实如此。

1.2 铁芯硅钢片间存在微小电压差

发电机厂经过专题研究发现,发电机运行时,定子铁芯硅钢片间存在微小电压差,普通硅钢片片间电压约为 0.1 V,端部硅钢片受端部漏磁的影响,片间电压略高,尤其在进相运行工况下,电压更高。

1.3 电灼伤熔点的产生

发电机运行过程中存在振动,这将会导致片间存留的毛刺出现似接触非接触的状态,即使片间存在微小的电压,也可能产生跳火,从而导致局部过热,最终形成熔点。

2 模拟处理及验证

2.1 检查确定故障类型

为进一步确认故障原因,从汽励端冷却器位置进入机座内部与铁芯背部位置,检查发现汽端在目测可及区域无明显缺陷,励端在目测可及区域共5个位置有缺陷,具体分布情况如表1所示,发电机支撑筋编号如图2所示。

2.2 模拟故障类型

为了查明发生熔点的原因并验证后续处理方案,在发电机厂内重新叠装与故障发电机同型号的边段铁芯,模拟现场各种缺陷类型,并依据处理方案对同类型缺陷进行处理,然后进行铁耗试验,观察故障模拟的处理结果。模拟情况如下:

(1)模拟故障 A 情况:黑色摩擦痕迹。在铁芯环外圆 21 等分中的其余 20 处高度方向上,打磨掉表面绝缘漆,宽度约为 5 mm。

表 1 故障位置

位置	故障类型
7-8号支撑筋	A
8-9号支撑筋	A
10-11号支撑筋	A+B+C
12-13号支撑筋	A+C
13-14号支撑筋	A+B

注: A 为表面黑色摩擦痕迹; B 为齿压板翘曲; C 为电弧凸瘤。

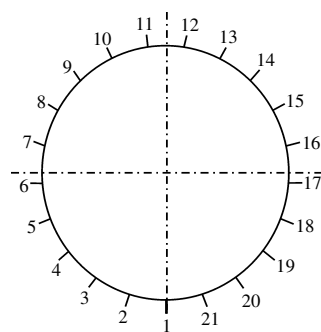


图 2 发电机支持筋编号示意

(2)模拟故障 B 情况:齿压板翘曲。在试验发电机圆周选择 2 处齿压板拼接处,做模拟松动处理,将齿压板铁板边角上翻起约 10 mm。

(3)模拟故障 C 情况:电弧瘤。在打磨位置 7 等分处的第一档上,点焊成瘤,形成短路点。

(4)模拟处理方案 1:用百洁布对打磨位置清理,去除表面毛刺。

(5)模拟处理方案 2:对电弧瘤位置打磨,去除焊点,采用磷酸电解,消除片间短路。

(6)模拟短路点,为下一步做铁耗试验做好准备。将厚度 0.02~0.04 mm 的铝箔纸剪成长 130 mm、宽 50 mm 的条状,再折成圆形,用胶带粘在 7 等分打磨处,确保铁芯背部短路。

2.3 进行铁耗试验

在完成上述现场故障模拟及相应处理后,进行铁耗试验。试验确定的磁通密度为 1.45T(略大于运行时定子铁芯轭部磁通密度),铁耗试验结果为:试验进行 60 min 后,铁芯环最高温差 4K,最高温升 21.6K; 80 min 后,铁芯环最高温差 6K,最高温升 26.5K;用紫外成像仪检查齿压板翘曲部位无跳火现象,其余轭部也无跳火现象。

铁耗试验数据表明,发电机铁芯温差及温升均满足国家标准要求^[3]。

3 现场处理

从发电机厂内的模拟情况可知预定的处理方案可行, 于是按此预定方案在现场对发电机定子端部铁芯进行处理。

(1) 对表面有黑色磨擦痕迹的地方, 用百洁布打磨, 表面涂刷绝缘漆。

(2) 对有电弧瘤的地方, 顺着冲片的方向, 打磨电弧凸瘤, 并用百洁布去除表面毛刺, 用磷酸电解消除片间短路, 表面反复涂刷环氧漆。

(3) 对齿压板翘曲的地方, 采用榔头进行初步整形, 并用超薄液压千斤顶以端部压圈为靠山, 进一步整形, 对不能完全复位的翘曲处反复涂刷环氧漆, 直至不留间隙。

现场处理结束后, 在现场对发电机进行了铁耗试验(磁通密度为 1.25T、时间 120 min), 铁芯内圆无任何热点。同时用热像仪和紫外成像仪观察励端端部铁芯外圆, 无任何热点和跳火现象。铁芯最大温升 17.5K, 最大温差 3.4K, 均符合国家标准。

故障处理后, 经过一年多时间的运行, 未见处理后的灼伤点再有增加趋势, 发电机运行稳定, 各项监控参数正常。

4 结语

对该起发电机定子铁芯灼伤故障的检查、分

析、处理及后续跟踪检查表明: 发电机因铁芯背部存留毛刺, 在发电机运行过程中, 由于边段硅钢片间存在的微小电压而引发跳火, 导致局部过热灼伤。经过制造厂处理方案的模拟试验, 在确证方案正确有效后, 进行现场处理, 有效消除了故障点, 避免了故障扩大而引发事故。同时, 对检修工作提出建议: 现场发电机铁芯的检查, 一般情况下, 都会将主要精力集中在定子膛内和铁芯的端部, 定子背部的检查往往容易被忽视, 以后要加强对该部位的检查, 尤其是长期高负荷运行, 并且进相运行机会较多的发电机, 更应重视对端部背部铁芯的检查。

参考文献:

- [1] 白亚民, 李俊宝, 张寿岩, 等. 汽轮发电机定子铁芯故障分析和处理实例[J]. 大电机技术, 2004(Z1):6-7.
- [2] 李伟清. 汽轮发电机故障检查分析及预防[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [3] 国家能源局. 防止电力生产事故的二十五项重点要求及编制释义[M]. 北京: 中国电力出版社, 2014.
- [4] 鄢仁成, 王洲. 发电机定子线棒磨损现象分析及处理[J]. 浙江电力, 2012, 31(8):42-45.

收稿日期: 2016-07-06

作者简介: 胡 洲(1978), 男, 高级工程师, 主要从事汽轮机技术监督工作。

(本文编辑: 张 彩)