

浅析发电机转子一点接地原因分析及处理

熊文平 高 铸

陕西黄陵发电有限公司 陕西 延安 716000

摘 要: 燃煤火力发电厂汽轮发电机转子一点接地故障影响发电机组安全稳定运行, 可能会进一步引发转子两点接地, 造成励磁电流异常、机组振动, 甚至损坏转子及其他关键部件。本文系统分析了发电机转子一点接地是由于发电机转子励端内导电杆及堵头装配环过程中, 转子励端中心孔中的空气冷凝的水汽使转子导电杆及导电螺钉的绝缘受潮污染, 在一段时间运行过程中, 引起转子绝缘降低, 造成转子一点接地; 同时, 针对此故障原因提出更换转子励端内导电杆的绝缘筒和导电螺钉, 并对转子励端中心孔进行了气密试验等针对性的处理措施, 保障汽轮发电机正常运行。

关键词: 汽轮发电机; 转子接地; 导电杆; 绝缘通; 原因; 分析

引言

汽轮发电机是燃煤火力发电厂发电系统中的重要设备, 某电厂2号汽轮发电机的型号为: QFSN-660-2-22D, 额定功率为: 660MW, 额定电压为: 22kV; 汽轮发电机采用水氢氢冷却方式, 即定子线圈(包括定子引线)直接水冷, 定子出线氢内冷, 转子线圈直接氢冷(气隙取气方式), 定子铁心氢冷。发电机采用密闭循环通风冷却, 机座内部的氢气由装于转子两端的轴流式风扇驱动。集电环和电刷空气冷却, 两集电环间设有离心式风扇。轴承为强迫润滑(由汽机润滑油系统供油)。发电机配有氢油水控制系统, 以提供和控制发电机冷却用氢气, 密封用油和定子线圈冷却用水。发电机采用静止可控硅, 机端变励方式励磁。

汽轮发电机工作过程中, 因为炭刷运行中会受到油、粉尘影响, 或是受潮等, 所以, 经常会出现转子一点接地这种情况。假如在实际运行的时候, 励磁回路中其他某一位再有一点接地现象发生, 那么必然引发两点接地故障, 此时在短路处流过的电流会变得非常大, 转子绝缘有可能会被破坏, 转子铁心也有可能被烧坏, 严重时还有可能使发电机出现激烈震动情况。因此, 针对发电机转子运行, 做好查找和处理一点接地问题极其重要。

1 汽轮发电机转子一点接地故障现象及故障排查

1.1 汽轮发电机转子一点接地故障现象

1.1.1 对发电机DGT801UD注入式转子接地保护装置工作原理进行介绍

作者简介: 姓名: 熊文平, 性别: 男, 籍贯: 陕西汉中, 民族: 汉族, 现就职于陕西黄陵发电有限公司设备管理中心, 主要从事电气设备技术监督和管理工作。

发电机DGT801UD注入式转子接地保护装置, 对注入式转子与地相接的保护原理进行了合理运用, 在转子绕组一段或两端和大轴中间加入电压, 通常此电压值为48V, 运用定时切换装置中电子开关的方式, 计算转子对地产生绝缘效果的电阻值, 其中加入的电压是保护装置自身产生的。转子一点接地这种保护方式可以运用转子绕组引出方式, 对转子接地保护的工作原理进行选择, 如, 单端注入式、双端注入式等, 然后在转子绕组两端和大轴中间加入电压。最后, 运用定时切换装置中的电子开关, 使外加电源模块对偏移方波电压进行输出, 进而计算出一点接地的电阻值, 防止发电机转子运转影响大轴。

1.1.2 汽轮发电机转子一点接地故障现象

2024年2月5日, 启动2#发电机组并网运行, 经过8小时运行后, 2#机DCS盘面上出发电机转子接地保护屏注入式转子一点接地告警, 电气专业人员到发电机转子接地保护屏查看, 发现屏上的告警信号红灯亮, 查看屏上的发电机转子保护电阻测点一为0.4893k Ω , 阻测点二为4.871k Ω , 远低于119.998k Ω (见图1 发电机转子接地保护屏报警图)。根据保护定值判断为发电机转子一点接地。

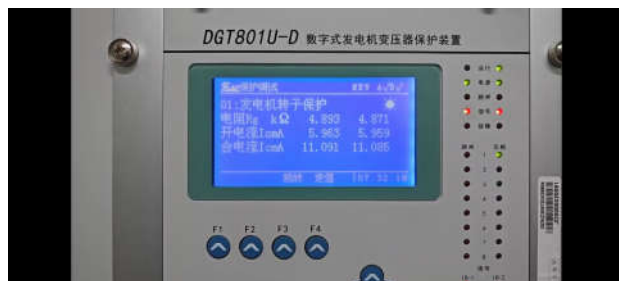


图1 发电机转子接地保护屏报警图

2 汽轮发电机转子接地故障排查

2.1 发电机转子和励磁系统检查

2024年2月5日，发电机转子一点接地报警后，立即组织电气专业人员对励磁系统和发电机转子接地保护屏进行检查，通过检查励磁系统和发电机转子接地保护装置均无问题，通过判断为发电机转子出现的接地故障，需将发电机停运处理。2024年2月6日，发电机停机后，

测量时间	发电机转子及励磁系统绝缘		发电机转子绝缘		励磁系统绝缘		轴瓦对地绝缘	备注
	正对地	负对地	正对地	负对地	正对地	负对地		
2024.02.18	0MΩ	0MΩ	0MΩ	0MΩ	2.720MΩ	2.720MΩ	100MΩ	

由上表绝缘测量值可以判断为发电转子接地。需对发电机转子进行检查。

2.2 发电机转子检查

2024年2月21日停盘车前后，经测量转子绝缘电阻均为零；发电机转子集电环侧导电螺钉拆除后，转子绝缘电阻仍然为零，而集电环对地绝缘电阻为无穷大(500V兆欧表)，进而可以判断为接地点在转子部分，而不在集电环部分，故需继续对转子部分进行拆卸检查。

2024年2月23日，拆出转子中心孔的励端堵头后，发现转子中心孔有部分锈蚀痕迹，堵头表面有少量水，堵头盖板段的转子中心孔内有少量水。

2024年2月24日，现场拆下引线侧导电螺钉的绝缘盖和绝缘圆盖时，发现其内表面有残留液体，疑似油水混合物；拆出引线侧导电螺钉，测量转子本体绝缘电阻无穷大(500V兆欧表)。部分导由螺钉表面有放电痕迹（图2导电螺钉绝缘套管过热损伤），导电螺钉绝缘套管局部过热损伤。（图3导电螺钉表面放电痕迹）



图2 导电螺钉绝缘套管过热损伤



图3 导电螺钉表面放电痕迹

先将励磁系统与发电机转子隔离开，拆除所有发电励磁碳刷，取下励磁系统测量保险，对励磁系统进行绝缘测试，发现励磁系统绝缘良好。在对发电机转子进行绝缘测试，发现转子正负对地绝缘电阻均为：0 MΩ。其具体测量值如下表

2024年2月25日抽出导电杆检查时，发现导电杆引线侧导电螺钉把合孔周围的导申杆绝缘筒局部过热损伤。（图4 导电杆绝缘筒局部绝缘过热）

2024年2月25日抽出导电杆检查，发现引线侧导电螺钉把合孔周围的导申杆绝缘筒局部过热损伤：

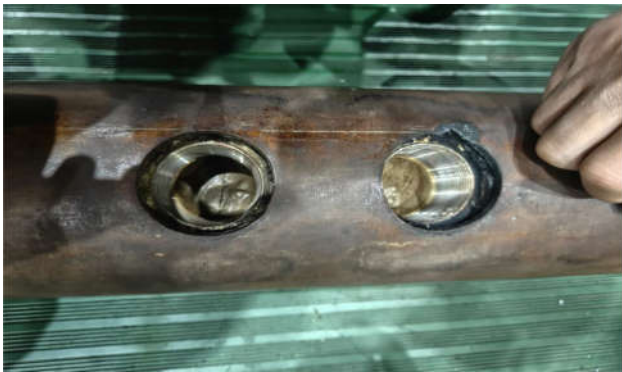


图4 导电杆绝缘筒局部绝缘过热

3 原因分析

检查处理过程中，发现转子中心孔有部分锈蚀痕迹，堵头表面有少量水，堵头盖板对应的转子中心孔内有少量水；绝缘盖和绝缘圆盖拆卸时，发现其内表面有残留液体，疑似油水混合物。根据以上情况，分析认为导致转子绝缘降低的主要原因是绝缘件被油水污染、受潮，在转子生产制造过程中，可能发生在以下环节：

3.1 在转轴铣序环节，需将导电杆装入中心孔后配钻安装导电螺钉的锥管螺纹，要求对转子本体、导电螺钉附近等部位进行包裹防护，若因操作不当等原因，可能导致切削液等污染物流入转子导电螺钉孔内。

3.2 在导电杆及堵头装配环节，励端堵头与转轴中心孔为过盈配合，装励端堵头时，需将堵头在液氮中冷却后，快速取出装入转轴中心孔中。受环境温度急速下降的影响，中心孔内的温度低于潮湿空气的冷凝点，空气中的水汽冷凝成水珠(即“结露”现象)，水汽使转子导电杆及导电螺钉的绝缘受潮污染。

4 采取措施和预防措施

4.1 采取措施

2024年2月26日将导电杆装配及导电螺钉返厂,进行如下处理:

- 1) 清理导电杆上导电螺钉孔,拆除故障段导电杆绝缘筒;
- 2) 根据拆除后导电杆、绝缘筒内径实际尺寸计算配合紧量,在导电杆绝缘外缠包云母带及玻璃丝带并按图纸要求刷胶,套装新更换的绝缘筒;
- 3) 导电杆入烘炉加热固化,冷却后配车绝缘筒外径;
- 4) 按照绝缘试验规范对导电杆进行工频交流耐压试验;
- 5) 放电位置熏黑的导电螺钉外表使用百洁布砂修清理;螺纹损坏的导电螺钉无法修复,更换处理。其余导电螺钉检查并清理残留的硅橡胶,清理螺纹上的毛刺。

2024年2月27日导电杆返厂处理完毕,进行试验合格后发运出厂。2024年2月28日现场回装导电杆和导电螺钉,使用500V兆欧表测量转子绝缘电阻为500兆欧,转子中心孔气密试验通过。2024年2月29日清理并回装励端堵头,进行抽真空处理,并确保真空合格后,进行回装发电端盖和轴瓦,发电机回装完成后运行未发现发电机转子接地保护屏报警,转子接地保护屏报显示119K Ω 。经过一年来的运行,再未发现发电机转子接地保护屏报警,并且转子接地保护屏报显示119K Ω ,并且在多次机组调停后对转子进行绝缘测试,对地绝缘电阻均为发电

机转子对地绝缘:为正极对地:297M Ω ,负极对地:298M Ω ,转子接地保护屏报显示119K Ω ,发电机转子一点接地故障彻底处理好了。

4.2 预防措施

4.2.1 制造过程中加强操作者过程要求,加工导电螺钉孔时做好防护,防止切削液及异物进入,做好上下序交接流程确认、多方联检。

4.2.2 为及时消除中心孔内“结露”水汽对转子绝缘电阻的影响,气密试验后,严格按技术要求对转子进行抽真空处理。

结束语

汽轮发电机是发电厂重要设备,是保证机组安全稳定运行的条件之一,通过某电厂对汽轮发电机转子接地问题进行研究和分析,找到汽轮发电机转子接地的根本原因,采取措施,消除了汽轮发电机转子接地安全隐患,确保机组安全稳定运行。

参考文献

- [1]张建忠 张志猛 发电机转子一点接地的查找和处理 中国电工技术学会、中国电机工程学会大电机专业委员会2014年学术年会
- [2]杨平 杨柯 发电机转子一点接地的查找利处理 《农村电工》2011年第8期
- [3]陈 明 童强强 发电机转子一点接地故障的分析与处理 《工程技术》2015年6月 第266期