

关于汽轮发电机定子绕组端部松动分析及处理措施

许 策

(哈尔滨电机厂有限责任公司 黑龙江哈尔滨 150036)

摘要：本文对某电厂的汽轮发电机，定子绕组端部松动问题进行深入的分析和探讨，从实际出发了解问题出现的原因以及黑色油泥形成的原因，提出处理对策，避免由于发电机定子端部绕组松动而造成安全问题，确保发电机能够稳定安全运行。

关键词：汽轮发电机；定子绕组；处理措施

某电厂的#2 汽轮发电机由东方电机有限公司提供，其汽轮发电机组为 QFSN-655-22C 型，并由日本原装进口定子。通过定期检查维修发现，汽轮发电机的定子端部绝缘绑存在松动磨损的情况，在铁心槽处存在黑色油等问题。

1. 检查情况

通过对该发电机进行检查修理发现，发电机定子绕组的汽励两端出现松动磨损以及黑色油污出现等问题。通过进一步检查发电机汽励两端的情况，得到如下结果：第一，发电机的汽、励两端绕组存在黑色油泥，都有黄粉。第二，层间撑环的适形绑存在空鼓现象问题。第三，下层线棒和外绑环没有固定绑扎，靠 T 型螺杆局部拉住，靠在背部 17 个支架上，也说明下层线棒径向绑扎不牢固，和弹性安装方式类似。若出现问题，仍然会出现较严重的端部磨粉问题，在机组共振作用下会更严重。第四，定子汽励两端槽口会出现黑色油泥，定子线棒低阻带，侧楔波纹板出现摩擦的漆层，将上层线棒拾出以后发现槽没的层间垫条是正常的，定子上层线棒侧面出现了并不是很严重的轻微摩擦痕迹，通过检查，铁心槽壁是良好的，检查下层线棒也没有质量问题。

2. 分析定子端部绑扎松动情况

第一，由于发电机是直接和氢气接触的，并且发电机的密封油温度非常高，那么密封油难免会在机组运行过程当中不断挥发，并且一部分密封油挥发以后会进入到发电机内部，在发电机端部线棒上面附着，造成线棒表面出现油膜现象，这种情况是比较正常的，也是非常常见的。由于密封油挥发而产生的油膜在一般情况下是不会造成发电机绑绳绝缘固化材料出现明显劣化情况的。第二，通过分析发电机的运行参数，可以发现这些参数在发电机常年运行过程当中都是非常正常的，并没有出现密封油泄漏，电气故障等问题，在发电机内部也没有出现密封油的泄漏，所以可以排除是由发电机故障造成端部线圈松动问题，也可以排除是由于密封油浸泡引起的固话胶劣化问题。第三，在制造发电机过程中，绝缘固化胶和端部线圈的绑扎工艺存在一定的问题和缺陷，很有可能引起绑扎松动。端部线圈在发电机制造过程进行绑扎固定时，很有可能没有固定牢靠，绝缘垫块，绑扎带和线棒之间的绑扎情况以及紧力没有达到工艺标准规范，从而造成发电机在长期的运行过程当中，该部分线圈振动较大，发生绑扎松动和绑扎带断裂等情况，也会造成绝缘磨损，绝缘垫块脱落，线棒漏水等问题。在检查过程当中，发现了该公司所使用的绝缘绑扎带并没有出现完全固化问题，只是表面有一些黏性物质，绑扎带有点偏软。据此分析，可能是由于该公司的绝缘固化胶配制过程出现了一定的问题，造成了绑扎带偏软，固化材料没有完全固化等状态，也会引起绝缘破损，由于端部震动过大而造成绝缘破损。该公司和其他公司的绝缘固化工艺是具有明显差别的，该公司使用的绑扎材料是一种类似玻璃丝带的材料，在固化过程当中采用室温固化胶，并且需要不断的加热，而其他公司的绑扎材料采用的工艺为环氧胶浸泡漆玻绳，材料是漆玻绳，绑扎以后再高温烘培固话。在端部支撑环安装以后，再次进行固化，总共分为三个阶段，这样的方式所得到的固化效果是非常好的。但由于该公司的绝缘固化材料的技术是需要保密的，所以这种情况只能作为一种推断。

3. 处理对策

由于该公司在绑扎改造发电机以后，将发电机上层的所有线棒拾出，并且采用新的工艺，新的材料以及新的网站方式进行端部绕组等绑扎处理，方案如下，第一，对立两端的所有绑绳进行清除，将上层线棒作出检查处理，并做单根线棒的耐压试验，确保其合格。第二，将端部进行清理以后将上层线棒进行恢复，进行上下层整体的耐压试验，确保其合格，将所有的半导体侧切波纹板进行更换。第三，层间撑环的适形材料若存在间隙或者是空鼓现象问题，就会由于端部振动大而出现磨损，以及线棒固定不牢等问题，所以要求厂家在安装之前筛选层间适形材料。第四，对所有的绝缘引水管进行更换，进行水压试验，确保其合格。第五，采用新的方法重新绑扎定子两端端部绕组，对励端环进行分段绑扎处理。第六，重新手包绝缘定子绕组端部，进行三次的烘培固化。

4. 防范措施和经验

第一，需要监视发电机的运行参数，并且加强监视过程，尤其是监视轴承震动参数，因为当振动值过大时，就会引发电机问题，所以需要及时的进行检查，并充分的重视该问题。在有条件的情况下，可以对发动机进行解体，仔细的检查发电机绑扎情况和端部绝缘情况。第二，在检修发电机过程当中，如果发现黄粉，那么一定要高度的重视该问题，认真找出黄粉的部位和产生的原因。第三，机组在投产之前和每次大修过程需要对发电机进行端部振膜，对发电机进行端部整型模态试验，这是一种重要的反措项目之一，可以有效的防止端部振动，确保机组能够安全稳定运行。第四，建议在有条件时安装发电机端部振动在线监测装置。现阶段，我国的这方面的研究设备已经具有先进的水平，能够和国际上的达到了国际的标准，通过测量端部振动的实际值来对负荷的大小进行调整，能够有效避免端部在长期震动的情况下出现绝缘磨损的情况，也会防止绝缘事故发生。第五，不能盲目的迷信进口设备和技术，因为一些进口的设备和技术并不一定是安全可靠的。在引进以后需要长期的消化和吸收，也要做出部分的改进，需要使得这些设备和技术符合国内的标准制度，才能够适合国内的运行情况。

结论

在将该电厂的发电机上层全部线组进行时处理端部松动磨损问题过程当中，采用了绑扎方式作出处理。处理以后端部复查情况良好，并没有出现磨损和松动情况。这也说明了该电厂的绑扎方式效果显著，改造成功，建议其他类型的发电机也可以采用该公司进口 600MW 机组定子端部绕组绑扎方式作出改造。

参考文献

- [1]李光明. 600MW 汽轮发电机端部绝缘松动原因分析及处理[J]. 设备管理与维修, 2019, 000(007):55.
- [2]李磊. 汽轮发电机定子端部模态分析[D]. 2017.
- [3]张青雷, 段建国, 周莹等. 新型汽轮发电机定子端部固定结构动力学特性研究及计算工具开发[J]. 中国电机工程学报, 2018, 038(015):4555-4565.
- [4]陈力飞, 吴新亚, 董兴建等. 1200 MW 级汽轮发电机定子绕组端部模态分析[J]. 噪声与振动控制, 2018, v.38(03):199-203.