[设备检修]

探究火电厂电气一次设备的状态检修措施

文/华电莱州发电有限公司　姜星安　邵芃源

随着人民群众物质生活水平的不断提高与城镇化建设速度的逐渐加快，我国电力事业在发展方面迎来了高峰期。在此背景下电气设备检修成为行业内部的一个热门问题。现阶段，火力发电在我国电力发展过程中占据着重要位置，火电厂电气设备状态检验和修复，不只与设备运转效率之间存在着密切联系，还能够促进设备维护成本的降低，延长使用寿命，进而确保火电厂稳定的运行，满足人们的用电需求。

电气一次设备在火电厂设备体系中发挥着关键作用，除了会影响火电厂发电能力与发电效率外，还在一定程度上决定了发电系统稳定性及运行质量。通过分析实际情况可知，现阶段部分火电厂未给予电气一次设备状态检修过多关注，再加上火电厂没有建立健全设备管理机制与检修机制，使设备故障处理效率偏低，不利于火电厂正常、稳定地运转。所以，为了能够提高火电厂发电效率，需明确电气一次设备状态检修要点，让这些设备能够维持在高效的运行状态中。

状态检修概述

火电厂电气一次设备指的是用于生产、转换及输配电能的相关设施，由发电机组、变压器及电动机等组成。电力系统在实际运行时，可能会出现部分故障，进而影响火电厂生产、转换及输配电能出现中断和停止的情况，若情况严重还会引起安全隐患。对于电气一次设备的状态检修而言，表现为通过诊断与状态监视技术，对设备涉及的故障进行测试，然后分析和判断故障信息，确保电力系统维持在稳定的运行状态中。开展电气一次设备状态检修工作的过程中，需耗费一定时间，通常由电力设备损耗状况进行确定。进行设备状态检修，以此将电力设备故障引起的安全问题、经济损失等控制在最小范围，促进维修质量与检修效率的提高。另外，在状态检修工作的过程中，可采取对比运行数据和标准数据的方式，结合设备实际运行状况，建立科学、合理的检修计划。

火电厂电气一次设备状态检修的意义

1. 降低设备维修成本

部分火电厂采取定期检测设备的方式，虽然能够提高设备运行效率，保证技术和操作工人的生命安全。但定期检测电气一次设备，会导致火电厂成本支出增多，无法获取更高的经济效益。与设备定期检修相比，设备状态检修涉及许多不同之处，该方式主要对设备状态进行检修，可实时分析设备存在的相关问题，并预测设备可能会产生的故障。如此，除了能减少经济损失和人员伤亡事故外，还可以降低设备维修成本，让火电厂实现良好的发展。

2. 延长设备应用年限

通过电气一次设备状态检修的方式，可以对火电厂整体设备的应用状况进行实时监控，同时详细记录设备的相关数据信息指标，进而在实时优化数

据指标的同时，保证火电厂整体设备的安全性。需要注意的是，虽然设备有相应的使用寿命，但并非所有设备均能够达到预期应用年限要求。例如，低质量的设备通常会在预期应用年限还未达到前就报废或损坏，而高质量的设备则通常可以达到应用年限要求。火电厂通过状态检修的方式，可有效预防设备安全问题，及时发现安全隐患，进而延长设备使用寿命，节省购置设备费。

3. 减少安全隐患

对于传统定期检修的方式而言，除导致设备购置费、加工原料费及人工培训费等成本增加外，还会耗费大量维修资金。而采取状态检修的方式，能够在节约维修成本的基础上，促进工人工作效率的提高，进而获取更多的经济效益，减少安全隐患。

火电厂电气一次设备状态检修措施

1. 信号交换

信号交换检测方法主要采取数学变化方法，对故障信号或电力信号进行分离与调解。小波换算法属于电气一次设备常用的检测方式。例如，在对设备故障进行诊断和分析的过程中，小波换算法能够检测信号突出点，然后提取电动机定子绕组形成的相关故障信息。通过此种方式，可以对电动机定子电流的实际变化状况进行监控与检测，进而及时分析与研究负载不对称或外部负载变化引起的异常情况。因此，采取小波换算法进行检测，不会对负载产生影响，能够用于电动机故障问题的诊断与分析过程中。

2. 人工神经网络诊断方法

运用人工神经网络诊断法可以自动获取所需的各类信息，同时还涉及极强的适应能力，特别是设备产生复杂故障时，可实现全面诊断与分析。并且，人工神经网络诊断法还可以诊断设备出现故障的严重程度。现阶段，该诊断方式在火电厂一次设备故障诊断过程中得到了广泛运用，主要是通过传感器设备对故障信号进行获取，诸如噪声电流、电压等。人工神经网络诊断方式还可以通过傅里叶级数，掌握电气设备产生的故障信号，然后以特征谱信号为输入样本，诊断人工神经网络诊断方法的依据。另外，人工神经网络诊断方法涉及良好的自学能力与联想记忆力，从而实现输入输出映射故障和信号的功能。

电气设备状态检修工作流程

通过电气设备状态检修的方式，可以结合具体检修数据信息对设备健康状态进行判断，进而解决定期检查引起的设备过修或失修问题。如果电气设备处在不良健康状态中，需通过合理方式加强设备安全性、有效性及可靠性。火力发电厂电气一次设备的状态检修工作流程如图1所示。通过电力电网设备系统、在线监测系统及离线监测系统的配合，设备性能分析与监测系统的各类数据信息，结合阈值判断标准判断整个火电厂电力设备的健康状态。

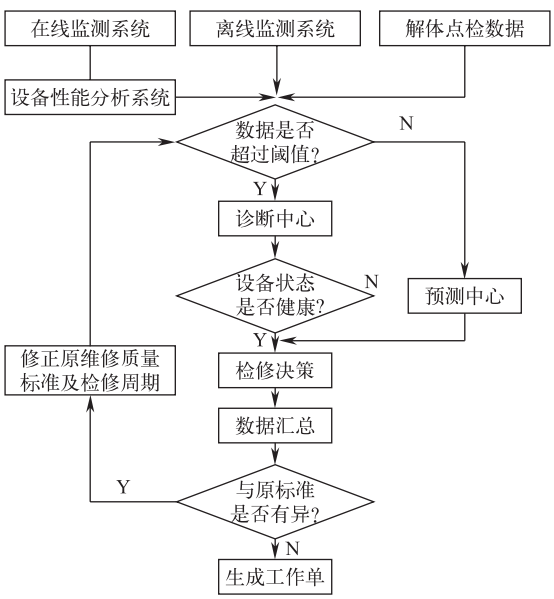

图1　状态检修工作流程图

火电厂电气一次设备状态检修的有效措施分析

1. 明确电气一次设备状态检修思路

通常情况下，火电厂电气一次设备出现频率最高的是功能故障。检修设备状态的过程中，工作人员需结合电气一次设备的实际工作情况，对故障种类进行明确，然后结合检修经验、故障设备工作速率等，采取相应的处理措施。由于电气一次设备较为复杂，工作人员需通过多个角度收集工作数据信息，根据设备工作实际情况与故障种类，采取相应的恢复措施。对于电气一次设备而言，在检修的过程中主要涉及隐患排查、定期检修、事后检修及状态检修四种方式，和其他检修方式相比，状态检

修具有操作便捷、安全可靠的特点，得到了广泛运用。具体检修过程中，工作人员可以根据电气一次设备工作特征，建立针对性的检修规划，结合检修技术落实好各项检修工作。要想提高数据检修准确性，工作人员需重视现代化计算机网络技术的正确运用，进而不断优化与完善检修工作。

2. 主要电气一次设备的状态检修措施

（1）异步电动机状态分析

异步电动机并非火电厂的重要设备，但该装置辅助的所有转动设备均依赖于异步电动机。受转动特点的影响，异步电动机会出现较大的损耗。同时，异步电动机应用场合十分复杂，出现故障的几率较高，极易被外界因素影响，诸如雨水、负荷、粉尘及潮气等。因此，火电厂在开展检修工作时，需将异步电动机作为重要内容。但立足于效益角度进行分析，对异步电动机的状态进行全面检修并不划算，所以主要讨论大功率油系统电动机、低压异步电动机以及高压电动机。针对异步电动机而言，应进行多次检测，提前发现问题，更好地掌握异步电动机健康程度。根据实际经验可知，绝缘与轴承均为影响异步电动机状态的主要原因。

（2）发电机状态分析

发电机属于火电厂的主要构成部分之一，在确保火电厂正常运转方面发挥着关键作用。为了避免出现故障，需做好发电机检修工作，防患于未然。发电机运行环境条件较差，极易被其他相关设备影响，所以发电机通常采取停机检查的方式。在检修发电机的过程中，除了需要获取实际运行状态中的数据信息外，还应掌握停机检查的实时数据，便于技术人员能够更加全面、深入地对发电机运行状态进行分析。另外，发电机汽轮组系统巨大，需通过其他部分检测数据判断发电机运行状态，重视全面检测与维修。同时，检修工作人员需不断增强对各类设备的认识，健全运行常态下的监测体系，构建综合性档案资料库，不断地积累资料，每年还应开展系统性分析，以便于准确判断发电机健康程度。

（3）变压器状态分析

变压器是火力发电厂关键性设备之一，主要负责电能输送、电压等级互联等相关任务。油浸式变压器属于检修对象，在检修过程中不必对其予以拆卸，避免设备主体出现损伤的情况。对于传统检修流程而言，大型油浸式变压器通常会在投入实际生产5年后开展吊罩检测，随后每10年进行一次吊罩检测。检测油浸式变压器的过程中，需要大量资源支持，并结合实际状况对变压器安全程度进行判断，合理区分变压器检修的部位。在测试技术持续发展的背景下，其在变压器状态判断中实现了有效运用，能够从电气设备定期检修转换成实时监测运行状态。另外，监控能够划分成不同等级，通过对各类重要参数的收集与分析，判断变压器是否需要进行检修，如此便能够综合判断变压器运行程度，有效避免出现突发事故，使检修成本大幅降低。

（4）断路器状态分析

断路器属于火电厂电气一次设备状态检修中的关键性设备之一，采取数字化信息传播方式，对中断信号进行检测，进而分析断路器的运行监控状态。一方面，检修系统会结合断路器发射弧长，判断绝缘牵引线及电气隔板等具体烧伤程度。一般状况下，检修系统在弧长发射方面所需的时间越长，开端电流就会形成越大的运行参数，无法确保断路器运行寿命。另一方面，对断路器开展随机试验，自主设定断电器平均燃弧时间，结合断电次数进行积累。通过一定时间后，就可以采取观察曲线的方式，对分合闸路径进行检查，判断状态检修系统实际运行状况。还可以结合回路静态和动态电阻程序，对绝缘状态进行评估，以实现明确机械故障的目标，避免电气设备在运行过程中受到限制。

3. 建立与健全评估机制

开展电气一次设备状态检修工作过程中，首先应对工作数据与基本信息进行明确。要想掌握更加详细、系统及可靠的数据信息，需重视设备测试工作，结合检修制度的相关试验项目，对监测设备的性能予以明确，诊断与分析适宜监测点的状态及故障。现阶段，我国状态检测系统得到了较好的发展，火电厂需根据自身具体状况选择适合的状态检修设备。开展实际工作时，需不断地积累设备状态信息和经验，以此提高设备数据信息收集和探究能力。另外，还需要构建并完善设备状态评估机制，便于在明确电气一次设备状态检修目标后，更好地开展设备评估和分级工作，掌握设备的价值及稳定性。

（下转第68页）

变电站未安装故障录波器，所以只有通过对Ⅰ#主变压器高、低压侧故障电流相位进行比对分析，波形图如图3所示，故障初始0～130 ms时，高、低压侧故障电流相位基本相反，可判别为区外故障，应无差流，差流速断和比率差动保护不动作。图3中红圈处显示，故障发生后140 ms时A相有较大的差流发生。

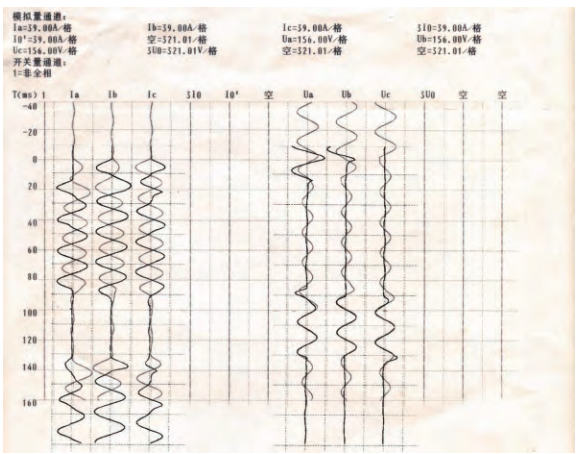

图3　Ⅰ#主变压器高、低压侧故障电流叠加后差流分析

140 ms时，A相高、低压侧故障电流相位、幅值发生较大变化，说明A相避雷器此时被击穿，有较大的差流产生。由图3可看出差流持续时间较短（小于10 ms），因比率差动保护判别时间在10～20 ms之间，且受谐波制动、电流互感器磁饱和等影响较大，导致故障判别时间延长，故比率差动保护在瞬时性故障时不能可靠动作。而差流速断保护判别时间短，在5～10 ms之间，不受谐波制动、电流互感器磁饱和等影响，能快速切除严重短路故障。

通过以上分析可得出以下结论：本次故障中各套保护动作正确。

结束语

变电站电流互感器因其设计结构、制造工艺及运行维护水平原因造成设备内部放电故障甚至事故的情况时有发生，严重影响了配电网的安全稳定运行。 因此，准确查找出电流互感器的故障原因，继而有针对性地在其运行维护中提出质量管控措施，具有重要意义。

本文针对一起110 kV变电站10 kV开关柜内电流互感器绝缘击穿现象展开研究，分析了Ⅰ#主变压器低压侧10 kV母线桥上的A相避雷器击穿接地导致主变压器差动保护动作跳开三侧的过程。因此在设备的常规性试验检测和日常维护中，应该严格执行现场设备运行相关规程的要求，缩短10 kV开关柜检修周期，超出规定的使用年限要及时进行更换。降低类似故障出现的概率，提高设备的安全性能。EA

（收稿日期：2022-01-21）

参考文献

[1] 唐民富，范敏，田维，等．10 kV开关柜内电流互感器异常放电问题的处理[J]．湖南电力，2015，35(2)：60-62．

[2] 郑立群．高电压油浸电流互感器局部放电原因分析及其制造中需要注意的问题[J]．变压器，2016，53(3)：35-38．

[3] 杨艳婷．TN-S接地系统建筑的接地故障保护分析[J]．电气应用，2020，40(11)：73-76．

（上接第65页）

结束语

城市发展和科学技术的进步之间存在着紧密的联系，现阶段我国大多数火电厂由传统电气一次设备定期检修，转变成电气一次设备状态检修。对于电气一次设备而言，属于火电厂电力系统的主要构成部分之一，其安全、稳定地运转和状态检修技术之间存在着紧密的联系。因此，需加强对电气一次设备的状态检修，避免或降低故障性停电的发生，提高设备的利用率。EA

（收稿日期：2022-05-19）

参考文献

[1] 李曼．新时期火电厂电气设备的状态检修技术分 析[J]．光源与照明，2021(12)：100-102．

[2] 徐翔．电气一次设备状态检修的应用分析[J]．电力设备管理，2021(08)：87-88+102．

[3] 滕昊，蓝海文，杨帆.结合设备多源状态数据的GIS设备局放带电测试异常的分析与处理[J]．电气应用，2020，40（8）：30-35.