

发电厂电气系统常见故障诊断与处理技术探析

王 恺

浙江华业电力工程股份有限公司 浙江 宁波 315800

摘要：发电厂电气系统稳定运行至关重要。本文详细探析了发电厂电气系统常见故障，涵盖发电机、变压器、高压配电装置及辅助电气系统等。阐述了故障诊断核心技术，包括电气量与非电气量检测、故障信号分析识别、在线与离线诊断技术。介绍了常见故障处理技术，提出故障诊断与处理的技术要点，如优先级原则、安全操作要点、技术适配原则、故障排查流程等，为保障发电厂电气系统稳定运行提供参考。

关键词：发电厂电气系统；故障诊断；故障处理；技术要点

引言：在电力供应体系中，发电厂是核心源头，电气系统作为发电厂的关键构成，其运行状态直接影响电力生产与输送的稳定性。一旦电气系统出现故障，不仅会导致发电厂自身运行受阻，还可能引发大规模停电事故，给社会生产生活带来严重影响。因此，深入探析发电厂电气系统常见故障诊断与处理技术，及时准确发现并解决故障，对保障电力供应安全、稳定，推动电力行业健康发展具有重要意义。

1 发电厂电气系统常见故障分类

1.1 发电机系统常见故障

发电机系统故障多集中于核心部件及配套系统运行异常，定子绕组故障是较为典型的类型，主要表现为绝缘老化、破损引发的短路或接地问题，多由长期高温运行、电压波动或绝缘层磨损导致。转子绕组故障常体现为绕组断路、匝间短路，会直接影响发电机磁场稳定性，进而干扰电能输出质量^[1]。轴承故障主要源于润滑不足、磨损加剧或安装偏差，表现为运行过程中出现异常振动或温度异常升高，影响发电机整体运行平稳性。励磁系统故障涵盖励磁绕组故障、整流装置异常等情况，会造成励磁电压不稳定，导致发电机输出电压偏离标准范围，无法正常满足供电需求。

1.2 变压器系统常见故障

变压器系统故障与绕组、铁芯、套管及分接开关等关键部件密切相关。绕组绝缘故障是变压器运行中的高频故障，绝缘层因长期承受电压、温度变化或受潮而出现老化、破损，易引发绕组短路，影响变压器变压功能。铁芯故障主要包括铁芯绝缘损坏、铁芯多点接地等，会导致铁芯涡流损耗增大，运行温度异常升高，长期下去会损坏铁芯结构。套管故障表现为套管绝缘破损、泄漏电流过大，多由外界环境腐蚀、绝缘老化或安装不当引发，可能造成绝缘击穿，影响变压器安全运

行。分接开关故障多为接触不良、磨损严重或切换卡涩，会导致分接开关接触电阻增大，产生局部过热，甚至影响电压调节精度。

1.3 高压配电装置常见故障

高压配电装置作为发电厂电能输送的关键环节，故障类型集中于各类开关设备及互感器、母线等部件。断路器故障主要表现为灭弧系统异常、操作机构卡涩或绝缘损坏，会导致断路器无法正常分合闸，无法及时切断故障线路，扩大故障影响范围。隔离开关故障常体现为接触不良、触头氧化或操作卡涩，运行过程中易产生局部过热，影响设备绝缘性能，甚至引发放电现象。互感器故障包括电流互感器与电压互感器故障，电流互感器可能出现绕组短路、绝缘损坏，电压互感器可能出现铁芯饱和、绝缘击穿，两类故障都会影响计量精度及保护装置正常工作。母线故障主要为母线绝缘破损、母线接头接触不良，会引发母线短路或局部过热，中断电能输送。

1.4 辅助电气系统常见故障

辅助电气系统故障直接影响发电厂电气系统整体运行稳定性，厂用电切换故障表现为切换过程中出现切换失灵、切换延时过长，会导致厂用电供应中断，影响辅助设备正常运转。保护装置故障主要分为误动与拒动两种情况，误动是指无故障情况下保护装置启动跳闸，影响系统正常运行；拒动是指系统出现故障时保护装置未及时响应，无法有效切断故障源，扩大故障危害。控制回路故障多为回路接线松动、元件老化或接触不良，会导致控制信号传输异常，影响各类电气设备操作指令执行，造成设备运行异常。

2 发电厂电气系统故障诊断核心技术

2.1 电气量检测诊断技术

电气量检测诊断技术是发电厂电气系统故障诊断的基础手段，通过对各类电气参数的精准检测捕捉故障隐

患。电压、电流信号检测技术借助专用检测设备,实时采集系统运行中的电压、电流信号,通过信号变化规律判断电气设备运行状态,及时发现信号异常对应的故障隐患^[2]。功率信号分析技术聚焦系统功率参数检测与分析,通过解读功率变化特征,排查设备负载异常、接线故障等问题,为故障诊断提供数据支撑。绝缘电阻检测技术针对电气设备绝缘性能开展检测,通过测量绝缘电阻数值,判断绝缘层老化、破损等情况,防范绝缘故障引发的安全隐患。

2.2 非电气量检测诊断技术

非电气量检测诊断技术通过捕捉设备运行中的非电气参数异常,实现故障精准诊断,适配不同类型电气设备故障排查需求。温度检测技术采用红外测温、温度传感器等方式,监测电气设备关键部位温度变化,通过温度异常升高判断设备磨损、接触不良等故障。振动检测技术针对旋转类、传动类电气设备,采集设备运行中的振动信号,分析振动频率、振幅等特征,识别设备部件松动、磨损等潜在故障。局部放电检测技术专注于设备内部绝缘缺陷排查,捕捉局部放电信号并分析,提前发现绝缘层破损、老化等问题。油液分析技术主要应用于变压器等油浸式设备,通过检测油液成分、纯度等指标,判断设备内部磨损、绝缘老化程度。

2.3 故障信号分析与识别技术

故障信号分析与识别技术是连接检测数据与故障类型的核心,通过对检测到的各类信号进行处理,实现故障精准归类与判断。信号滤波与降噪技术针对检测过程中混入的干扰信号,采用专业算法过滤冗余干扰,保留有效故障信号,提升信号检测的准确性。故障特征提取技术从经过处理的信号中,提取与故障相关的特征参数,明确故障对应的信号规律,为故障识别提供依据。故障类型识别方法结合各类故障特征库,通过对比分析检测到的故障特征与标准特征,精准判断故障具体类型,为后续故障处理提供针对性指引,提升故障诊断效率。

2.4 在线与离线诊断技术

在线与离线诊断技术根据诊断场景、需求差异分类应用,实现电气系统故障全面排查。在线实时诊断技术通过搭建实时监测系统,持续采集设备运行参数,实现故障实时捕捉、及时报警,适配发电厂连续运行状态下的故障排查需求,可快速响应突发故障。离线定期诊断技术在设备停机状态下,开展全面检测与诊断,采用专用设备对设备进行系统性排查,重点检测在线诊断中难以捕捉的潜在故障,补充在线诊断的不足,形成全方位故障诊断体系,保障设备长期稳定运行。

3 发电厂电气系统常见故障处理技术

3.1 发电机系统故障处理技术

发电机系统故障处理需立足故障类型,采取针对性处置方法,保障设备快速恢复正常运行。定子、转子绕组故障处理需先切断设备电源,对绕组进行全面检查,明确故障具体位置与程度,绝缘破损引发的故障需及时修复或更换绝缘层,短路故障需排查短路点并进行导通处理,处理完成后需检测绕组性能,确认无异常后再重启设备^[3]。轴承故障处理需先停止设备运行,排查润滑不足、磨损或安装问题,补充合格润滑剂,磨损严重的轴承需及时更换,安装偏差需进行校正,确保轴承运行平稳。励磁系统故障处理需重点检查励磁绕组与整流装置,修复绕组破损部位,更换异常整流元件,调整励磁电压至标准范围,保障发电机输出电压稳定。

3.2 变压器系统故障处理技术

变压器系统故障处理需遵循安全操作规范,兼顾故障处置与设备保护。绕组、铁芯故障处理需先切断电源并进行放电操作,绕组绝缘故障需修复或更换绝缘部件,短路故障需清理短路点并重新缠绕绕组,铁芯故障需修复绝缘损坏部位,消除多点接地隐患,恢复铁芯正常运行状态。套管、分接开关故障处理需检查套管绝缘情况,更换破损套管,分接开关接触不良需进行打磨处理,磨损或卡涩严重的需及时更换,确保分接开关操作顺畅。变压器故障应急处理流程需先快速隔离故障设备,切断故障源,排查故障类型与严重程度,采取临时处置措施防范故障扩大,同步做好故障记录,处置完成后逐项检测设备参数,确认合格后方可恢复运行。

3.3 高压配电装置故障处理技术

高压配电装置故障处理需注重操作安全性,精准处置各类部件故障。断路器、隔离开关故障处理需先切断相关线路电源,断路器灭弧系统异常需检修或更换灭弧部件,操作机构卡涩需添加润滑剂并进行调试,绝缘损坏需及时更换绝缘件,确保断路器分合闸正常。隔离开关接触不良需打磨触头、清除氧化层,操作卡涩需排查机械故障并调试,恢复隔离开关正常操作性能。互感器、母线故障处理需检查互感器绕组与绝缘情况,修复破损部位、更换故障元件,母线绝缘破损需进行绝缘修复,接头接触不良需重新紧固,消除放电与过热隐患,保障电能正常输送。

3.4 辅助电气系统故障处理技术

辅助电气系统故障处理需快速响应,减少对整体系统运行的影响。厂用电故障处理需排查切换装置异常原因,修复切换失灵部件,调整切换延时参数,确保厂用

电切换顺畅,若出现供应中断需及时启动备用电源,恢复辅助设备供电,避免影响整体系统运行。保护与控制回路故障处理需检查回路接线情况,紧固松动接头,更换老化元件,排查信号传输异常问题,修复故障点位,确保保护装置动作准确、控制回路指令执行顺畅,恢复辅助电气系统正常运行功能。

4 发电厂电气系统故障诊断与处理的技术要点

4.1 故障诊断的优先级原则

故障诊断需遵循明确的优先级原则,兼顾安全性与系统性,有序开展排查工作。优先排查影响系统安全运行的故障,聚焦可能引发设备损坏、供电中断或安全隐患的点位,快速锁定核心故障源,防范故障扩大蔓延^[4]。优先处理涉及主设备的故障,主设备故障对整体系统运行影响更为突出,需优先开展诊断工作,再逐步排查辅助系统故障。优先采用便捷高效的诊断方法,结合设备运行状态,优先运用直观检测、基础仪器排查等简单方法,若无法明确故障,再采用复杂检测技术,提升诊断效率,减少对系统运行的干扰。

4.2 故障处理的安全操作要点

故障处理的核心是严守安全操作要点,防范操作不当引发二次故障或安全隐患。故障处理前需彻底切断相关设备电源,做好断电标识,进行放电处理,消除设备残余电压带来的安全风险。操作过程中需佩戴合格的安全防护用品,严格按照操作规范开展作业,杜绝违规操作。处理过程中需做好现场管控,严禁无关人员进入作业区域,避免意外发生。故障处理完成后,需逐项检测设备参数,确认设备无异常、安全隐患已消除后,方可重启设备,恢复正常运行。

4.3 诊断与处理技术的适配原则

诊断与处理技术的适配的关键是结合故障类型、设备特点选择合适方法,提升处置针对性与有效性。根据故障类型适配诊断技术,电气量异常引发的故障优先采用电气量检测诊断技术,非电气参数异常则适配非电气量检测技术,确保诊断结果准确。结合设备运行状态选择处理技术,在线运行设备优先采用不影响运行的处

理方法,停机设备可采用全面系统性的处理技术。依据故障严重程度适配处置手段,轻微故障采用简易修复方法,严重故障需采用更换部件、全面检修等技术,兼顾处置效果与经济性。

4.4 故障排查的核心流程

故障排查需遵循规范的核心流程,有序推进、层层递进,确保不遗漏故障点位。首先开展前期准备工作,梳理设备运行历史数据,了解设备近期运行状态,准备好所需检测设备与工具。随后进行全面检测,采集设备运行参数与故障相关信号,过滤干扰信息,捕捉有效故障特征^[5]。接着开展故障分析,结合检测数据与故障特征,判断故障具体类型与大致位置,梳理故障引发的连锁影响。最后锁定故障点位,通过精准检测确认故障核心位置,为后续故障处理提供明确指引,确保故障处理有序高效推进。

结束语

发电厂电气系统故障诊断与处理是一项复杂且关键的工作。通过明确常见故障类型、掌握核心诊断技术、运用有效处理技术,并遵循技术要点与核心流程,可提升故障诊断与处理的效率和准确性。在实际工作中,运维人员需不断积累经验,提升专业技能,严格遵守操作规范,确保发电厂电气系统始终处于良好运行状态,为电力供应的可靠性提供坚实保障,满足社会对电力的持续需求。

参考文献

- [1]王兴.发电厂电力系统中的故障诊断与处理技术研究[J].中国科技投资,2024(10):40-42.
- [2]杨博文.火力发电厂辅机故障问题及诊断技术研究[J].今日制造与升级,2025(12):124-126,134.
- [3]闫炳臣.发电厂电气一次设备故障检修与处理方法研究[J].科学与信息化,2025(21):79-81.
- [4]王磊.发电厂电气设备状态监测与故障诊断方法分析[J].百科论坛电子杂志,2021(21):1869-1870.
- [5]徐奇峰.发电厂电气运行过程中的常见问题探究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(4):770-771.