

发电厂继电保护常见故障问题及处理措施研究

印辰曦

国能长源荆门发电有限公司 湖北 荆门 448000

摘要：继电保护系统对发电厂稳定运行至关重要。本文梳理发电厂继电保护系统基础构成，涵盖保护装置核心组件与工作原理。深入剖析保护装置本身、二次回路、电源系统、信号传输、保护动作异常等常见故障问题，针对性提出处理措施。同时，从装置日常维护、回路与电源维护、运行环境管控、人员操作规范等方面阐述故障预防措施，为发电厂继电保护系统稳定运行提供全面参考。

关键词：发电厂；继电保护；故障问题；处理措施；故障预防

引言：发电厂是电力系统核心，继电保护系统作为保障其安全稳定运行的关键防线，作用重大。继电保护通过快速、准确切除故障设备，防止故障扩大，维护电力系统稳定。然而，受多种因素影响，继电保护系统常出现各类故障，影响保护功能正常发挥。研究发电厂继电保护常见故障问题及处理措施，对提升发电厂运行可靠性、保障电力系统安全稳定意义深远。

1 发电厂继电保护系统基础构成

1.1 继电保护装置核心组件

保护继电器按结构型式可分为机电型、整流型、晶体管型、集成电路型和微机型五大类，按反应物理量可分为电量与非电量两类，其中电量类包含电流继电器、电压继电器等，非电量类涵盖温度继电器等，各类继电器依据自身设计特性承担对应保护功能，共同构成保护装置的功能核心^[1]。测量元件负责监察被保护设备运行状态，对电流、电压等电气量进行采集与初步处理，运行过程中保持稳定的响应特性，可精准捕捉电气量的细微变化；执行元件接收逻辑判断信号后完成动作输出，动作响应迅速且动作特性稳定，保障保护指令的有效执行。控制回路承担保护装置内部指令传输与逻辑控制功能，由各类电气元件有序连接形成完整回路，确保指令传递的准确性与及时性；信号回路则负责故障信号与运行状态信号的传输与反馈，实现保护动作信息的有效传递，为运维人员提供清晰的状态指引。

1.2 继电保护系统工作原理

信号采集与转换机制通过电流互感器、电压互感器实现，将被保护设备的一次侧大电流、高电压按比例转换为二次侧标准小电流、低电压信号，经过信号调理与模数转换处理，将模拟信号转换为可被保护装置识别的数字信号，为后续故障判断提供可靠数据支撑。故障判断与逻辑运算流程以采集转换后的电气信号为基础，结

合预设整定值开展持续运算与分析，通过对比电气量变化特征与整定值差异，判断被保护设备是否存在故障及故障类型，运算过程遵循预设逻辑规则，确保判断结果的准确性。保护动作触发与反馈机制在故障判断确认后启动，保护装置发出跳闸或信号指令，驱动断路器动作以隔离故障设备，同时将动作信息反馈至信号回路，形成完整的动作闭环，保障故障处理的及时性与有效性，维持电力系统正常运行秩序。

2 发电厂继电保护常见故障问题

2.1 保护装置本身故障

装置硬件损坏故障多源于元件老化、过电压冲击或安装工艺缺陷，涉及保护装置内部的CPU模块、采样模块、输入输出接口等关键部件，损坏后会直接导致装置无法正常启动或功能失效，影响保护系统整体运行稳定性^[2]。装置软件异常故障主要表现为程序闪退、逻辑紊乱或数据丢失，多由软件版本不兼容、程序编写缺陷或电磁干扰引发，会导致保护装置判断逻辑出错，无法准确响应设备运行状态变化。装置定值异常故障与定值设置偏差、定值存储故障相关，定值设置不符合系统运行参数要求或存储单元损坏，会使保护装置动作阈值偏离标准，无法在故障发生时准确触发保护动作。

2.2 二次回路故障

回路接线故障主要包括接线错误、接线错位等情况，多发生于设备安装或检修过程中，接线偏差会导致信号传输路径异常，使保护装置无法接收准确的电气量信号，进而引发保护动作异常。回路绝缘损坏故障由环境潮湿、电缆老化、机械磨损等因素导致，绝缘性能下降会造成回路漏电、短路，破坏二次回路的信号传输完整性，严重时损坏保护装置。回路接触不良故障常见于接线端子、连接器等部位，长期运行中的振动、氧化会导致接触电阻增大，信号传输受阻或出现间断性中

断,影响保护装置的正常响应。

2.3 电源系统故障

直流电源异常故障主要表现为直流电压过高、过低或纹波过大,源于整流模块故障、蓄电池性能衰减或充电装置异常,直流电源作为保护装置的核心供电来源,异常状态会直接导致装置失电或工作不稳定。交流电源波动故障多由电网电压波动、变压器故障或供电线路接触不良引发,电压波动超出允许范围会影响保护装置内部电子元件的正常工作,导致信号采集与逻辑运算出现偏差。电源切换装置故障会造成主备电源切换失效,当主电源中断时无法及时切换至备用电源,导致保护装置短时失电,失去保护功能。

2.4 信号传输故障

信号采集失真故障主要由互感器误差过大、采集模块性能下降或信号调理电路异常导致,采集的电流、电压信号与实际值偏差超出允许范围,会误导保护装置的故障判断逻辑。信号传输中断故障多源于传输电缆断裂、接口松动或通信模块故障,信号传输路径中断会使保护装置无法接收前端采集信号,无法开展故障判断与保护动作。信号干扰故障由电磁辐射、接地不良或线缆布局不合理引发,干扰信号会叠加在正常传输信号上,导致信号畸变,影响保护装置对信号的准确识别与处理。

2.5 保护动作异常故障

保护拒动故障是指设备发生故障时保护装置未按预设逻辑触发动作,多由装置硬件损坏、软件异常、定值偏差或回路故障引发,会导致故障范围扩大,损坏被保护设备。保护误动故障是指设备正常运行时保护装置错误触发动作,源于信号采集失真、干扰信号影响或逻辑运算错误,误动会导致不必要的设备跳闸,影响电力系统正常供电^[3]。保护动作延时异常故障表现为保护动作时间超出预设范围,由延时元件故障、定值设置不当或软件逻辑缺陷导致,延时过长会延误故障处理,延时过短则可能引发连锁动作,破坏系统稳定。

3 发电厂继电保护常见故障处理措施

3.1 保护装置本身故障处理

硬件损坏故障处理需先通过专用检测仪器定位损坏部件,对CPU模块、采样模块等关键损坏部件进行更换,更换后需进行设备参数校准,确保部件与装置整体适配,恢复装置正常功能。软件异常故障处理需先备份装置原有配置数据,卸载不兼容软件版本,重新安装适配的稳定版本,对紊乱程序进行调试修复,丢失数据可通过备份文件恢复,调试完成后进行功能测试。定值异常故障调整需结合电力系统运行参数,重新核算并设定合理整定值,对损

坏的定值存储单元进行检修或更换,设定完成后进行定值校验,确保动作阈值符合标准要求。

3.2 二次回路故障处理

回路接线故障排查需对照设计图纸逐点核对接线情况,纠正接线错误与错位问题,重新紧固接线端子,排查完成后进行回路导通测试,确保信号传输路径畅通。回路绝缘损坏修复需先切断回路电源,更换老化、磨损的电缆与绝缘部件,对潮湿环境下的回路进行干燥处理,修复后开展绝缘电阻测试,保障回路绝缘性能达标。回路接触不良处理需清理接线端子、连接器表面氧化层,采用防氧化处理工艺增强接触性能,重新紧固连接部位,减少接触电阻,确保信号传输稳定。

3.3 电源系统故障处理

直流电源异常排查需检测整流模块、蓄电池及充电装置工作状态,更换故障模块,对衰减的蓄电池进行更换或活化处理,调整充电参数,使直流电压恢复至标准范围且纹波符合要求。交流电源波动抑制需排查电网电压波动原因,检修故障变压器与供电线路,安装电压稳定装置,抑制电压波动幅度,确保供电电压处于允许范围。电源切换装置故障检修需检测切换装置内部元件状态,更换损坏部件,调试切换逻辑,确保主备电源切换灵活可靠,避免装置短时失电。

3.4 信号传输故障处理

信号采集失真校正需校准互感器精度,检修或更换性能下降的采集模块与调理电路,调整信号采集参数,使采集信号与实际电气量偏差控制在允许范围内。信号传输中断故障排查需检查传输电缆与接口状态,更换断裂电缆、紧固松动接口,检修故障通信模块,恢复信号传输路径,确保前端采集信号顺利传输至保护装置。信号干扰抑制需优化线缆布局,远离强电磁辐射源,完善接地系统,安装抗干扰装置,减少干扰信号对正常传输信号的影响,避免信号畸变。

3.5 保护动作异常故障处理

保护拒动故障排查需全面检测装置硬件、软件、定值及回路状态,定位故障根源并逐一处理,修复或更换故障部件、调试软件逻辑、校正定值、修复回路故障,确保故障发生时保护装置正常触发动作^[4]。保护误动故障处理需排查信号采集与传输环节,校正失真信号、消除干扰影响、修复逻辑运算错误,调试保护装置判断逻辑,避免设备正常运行时错误触发动作。保护动作延时异常调整需检修故障延时元件,重新核算并调整延时定值,修复软件逻辑缺陷,使保护动作时间符合预设要求,保障故障处理及时且避免连锁动作。

4 发电厂继电保护故障预防措施

4.1 装置日常维护措施

定期巡检与清洁需遵循电力行业继电保护装置维护规程,结合设备运行周期开展系统性检查,重点清理装置表面及内部积尘与杂物,防止粉尘堆积阻碍散热或造成内部元件接触不良。巡检过程中重点关注装置指示灯显示状态、按键响应灵敏度及外壳密封完好性,及时排查细微异常并妥善处置。装置状态监测依托在线监测技术搭建实时监测体系,捕捉装置运行参数动态变化,重点跟踪保护装置输入输出信号、电源电压稳定性及内部元件工作工况,通过数据趋势分析捕捉潜在隐患,为维护工作提供精准支撑。易损部件更换遵循预防性维护理念,结合部件设计使用寿命与实际运行工况制定科学更换计划,优先更换运行时长接近设计阈值、工作环境恶劣区域的易损部件,更换过程严格遵循设备操作规程,保障部件安装精度与接线规范性,更换后开展全面调试,维持装置运行稳定性。

4.2 回路与电源维护措施

二次回路定期检测聚焦回路接线完整性与导通性能,采用绝缘电阻测试、回路通断检测等专业手段,排查接线松动、导线老化、端子氧化等隐患,重点检测回路端子连接部位,规避接触电阻过大引发的信号传输异常,检测过程详细记录数据,建立完善的回路运行档案。电源系统稳定性维护强化对直流电源、交流电源的全流程管控,优化供电结构并配置备用电源保障供电连续性,定期检测电源输出电压、频率波动情况,采用滤波、稳压等技术手段抑制电压波动,及时排查电源模块故障,保障电源系统输出稳定可靠。回路绝缘定期检测按规定周期开展,采用专业仪器测定回路绝缘电阻值,针对绝缘性能下降的回路及时实施绝缘处理,更换老化绝缘部件,杜绝绝缘损坏引发的短路、漏电等故障,保障二次回路安全稳定运行。

4.3 运行环境管控措施

温湿度控制配备专用调控设备,参照变电站继电保护装置检测规范要求,将装置运行环境温湿度控制在标准范围,高温环境强化散热措施,低温环境采取保温防护,潮湿环境加装专业除湿装置,防止水汽侵蚀内部元件、影响装置性能。电磁干扰防控优化设备布局,将保护装置与强电磁设备保持安全距离,完善接地系统,

采用屏蔽线缆传输信号,契合相关技术规范要求,有效抑制外部电磁辐射对装置的干扰。粉尘与振动防护安装专用防尘罩,定期清理环境粉尘,对装置固定部位进行加固处理,减少运行过程中振动对内部元件及接线的影响,避免部件松动或损坏,为装置运行提供稳定环境。

4.4 人员操作规范措施

操作流程标准化结合继电保护装置操作特性,制定详细完善的操作规范,明确各操作环节的步骤、要求及安全要点,规范操作人员行为,规避操作流程不规范引发的设备故障。人员专业能力提升建立常态化培训机制,结合电力行业技术发展趋势,开展继电保护专业知识、设备操作技能、隐患排查方法等内容的系统培训,提升操作人员对装置性能、运行规律的掌握程度,增强异常情况处置能力^[1]。操作失误防控建立双人复核机制,关键操作环节实行双人核对确认,规避单人操作引发的失误,同时加强操作人员安全意识培育,引导操作人员严格恪守操作规范,杜绝违规操作行为,定期开展操作隐患排查,及时纠正不规范操作习惯。

结束语

发电厂继电保护系统故障处理与预防是一项长期且复杂的工作。通过对常见故障问题的深入分析,采取针对性处理措施,可有效解决现有故障,恢复系统正常运行。同时,实施全面且细致的故障预防措施,从装置维护、回路与电源管理、运行环境管控以及人员操作规范等多方面入手,能够降低故障发生概率,提高继电保护系统的可靠性与稳定性,为发电厂的安全稳定运行提供坚实保障,确保电力供应的连续性。

参考文献

- [1]杨一凡.电厂继电保护常见故障诊断与现场处理对策[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):307-309.
- [2]米志同.电厂继电保护装置检修与管理分析[J].科技创新与应用,2023,13(1):139-142.
- [3]费媛媛.关于火电厂继电保护二次回路隐患排查技术探究[J].内蒙古煤炭经济,2021(23):38-40.
- [4]杜峰.继电保护二次回路缺陷及故障解决分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(11):3206-3207.
- [5]王守奎.探讨继电保护装置调试的技术及维护管理[J].水电水利,2024,8(6):176-178.