

发电厂继电保护装置误动原因剖析及运行管理防控技术措施

郑明镜

华电国际电力股份有限公司天津开发区分公司

DOI:10.32629/jpm.v7i8.9016

[摘要] 继电保护装置是发电厂电力系统安全稳定运行的核心防护设备，能够在系统出现故障时快速切除异常设备，规避电网故障扩大，保障机组与电网运行安全。继电保护装置误动会引发无故障跳闸、机组停运、电网波动等不良问题，严重影响发电厂供电稳定性与运行经济性。本文立足发电厂继电保护系统运行特性，从设备本体、运行环境、二次回路、整定配置、运维管理多个维度系统剖析装置误动的深层诱因，梳理现阶段继电保护运行管理中的突出短板。结合电力行业运维规范与智能化技术发展趋势，从设备运维、技术优化、环境管控、制度建设、人员管理等方面提出全方位防控技术措施，助力降低继电保护误动概率，提升发电厂电力系统运行的安全性与稳定性。

[关键词] 发电厂；继电保护装置；装置误动；运行管理；防控技术

Analysis of Causes for Malfunctioning of Relay Protection Devices in Power Plants and Technical Preventive and Control Measures for Operational Management

Zheng Mingjing

China Huadian International Power Co., Ltd. – Tianjin Development Zone Branch

[Abstract] Relay protection devices serve as the core protective equipment for ensuring the safe and stable operation of power systems in power plants; they enable the rapid isolation of faulty equipment during system faults, thereby preventing the escalation of grid faults and safeguarding the operational safety of both generating units and the power grid. Malfunctioning of relay protection devices can lead to adverse consequences—such as nuisance tripping, unit shutdowns, or grid instability—thereby severely impacting the power supply stability and operational economic efficiency of power plants. Based on the operational characteristics of power plant relay protection systems, this paper systematically analyzes the underlying causes of device malfunctioning from multiple dimensions—including the equipment itself, the operating environment, secondary circuits, setting and configuration, and operation and maintenance (O&M) management—and identifies the prominent shortcomings currently present in the operational management of relay protection systems. In alignment with power industry O&M standards and the evolving trends in intelligent technologies, the paper proposes comprehensive preventive and control technical measures covering equipment O&M, technical optimization, environmental management, institutional development, and personnel management, aiming to reduce the probability of relay protection device malfunctions and enhance the safety and stability of power plant power system operations.

[Key words] Power plants; Relay protection devices; Device malfunctioning; Operational management; Preventive and control technologies

引言

电力系统安全稳定运行是社会生产生活有序开展的重要保障，发电厂作为电力能源生产与输出的核心枢纽，其内部各类保护设备的可靠运行至关重要。继电保护装置作为电力系统的自动防护核心装置，具备故障监测、快速响应、故障隔离的

核心功能，可有效规避电力故障扩散引发的重大安全事故。在发电厂长期运行过程中，受设备老化、环境干扰、回路故障、整定偏差、运维不规范等多重因素影响，继电保护装置极易出现无故障误动作的情况，造成非计划停机、供电中断等问题。为从根源上防控装置误动问题，提升继电保护系统运行可靠

性，亟需系统剖析误动诱因，构建系统化、常态化的运行防控管理体系，为发电厂机组稳定运行提供技术与管理支撑。

一、发电厂继电保护装置核心运行特性

（一）故障快速响应特性

继电保护装置最核心的运行特性为快速响应性，能够实时监测发电厂机组、线路、变压器等核心设备的运行参数，精准捕捉电压、电流、相位等参数的异常波动。当电力系统出现短路、过载、漏电等故障问题时，装置可在极短时间内完成故障识别、逻辑判断与跳闸指令输出，快速隔离故障设备，避免故障范围持续扩大，防止机组设备出现烧毁、击穿等不可逆损坏。该特性保障了电力故障的快速处置，大幅降低电力故障对发电厂整体系统的冲击，是电力系统安全防护的核心保障。

（二）精准判别动作特性

继电保护装置具备严格的选择性与精准判别特性，运行过程中仅针对故障区域与故障设备执行保护动作，不会对正常运行的设备与线路产生干扰。装置依托预设的整定参数与逻辑程序，精准区分系统正常波动与真实故障，有效规避不必要的保护动作。在复杂电网运行工况下，该特性能够保障电力系统故障处置的针对性，确保故障设备可靠切除、正常设备持续运行，最大限度平衡电力系统故障防护与持续供电的双重需求，保障发电厂供电的连续性与稳定性。

（三）长期稳定运行特性

发电厂继电保护装置需适配机组长期不间断运行的工况，具备高稳定性、高可靠性的运行特性，可长期处于实时监测、待机待命的运行状态。装置硬件设备与程序系统经过专业化设计，能够适配发电厂复杂的运行环境，长期保持精准的数据采集与逻辑判断能力。在无故障工况下持续稳定值守，在突发故障工况下可靠动作，全程保障电力系统运行安全，其长期运行的稳定性直接决定发电厂整体安全防控体系的有效性。

二、继电保护装置误动的设备本体诱因

（一）硬件设备老化损耗

继电保护装置长期投入不间断运行，内部各类电子元件会随着运行时长增加出现自然老化、性能衰减问题，成为装置误动的重要硬件诱因。装置内部芯片、电容、电阻、继电器等精密元件老化后，会出现参数漂移、灵敏度异常、触点接触不良等问题，导致设备数据采集精度下降、逻辑判断失误。部分老化元件性能处于临界失效状态，在系统正常参数波动影响下，极易触发错误动作指令，引发保护装置误动。长期运行积累的硬件损耗缺乏及时更换，会持续提升装置误动的发生概率，严重影响设备运行可靠性。

（二）设备元件质量缺陷

装置出厂元件质量不达标、更换配件型号不匹配等质量问题，会直接导致继电保护装置运行异常，诱发误动故障。部分装置在生产组装阶段存在元件选型标准偏低、工艺装配不规范等隐性质量缺陷，设备投入运行后稳定性不足，极易出现参数异常。在后期设备检修与配件更换过程中，若选用非原厂配件、

兼容度不足的替代元件，会导致装置整体参数匹配失衡，破坏设备原有运行逻辑，造成保护判别失误，在正常运行工况下出现误跳闸、误告警等误动问题。

（三）装置自检功能异常

现代智能化继电保护装置配备内置自检系统，可实时监测设备自身运行状态，自检功能异常会间接诱发装置误动。当自检程序出现逻辑错乱、数据校验异常、模块通信故障时，装置会误判自身运行故障或系统电力故障，进而触发保护动作。部分装置自检模块长期运行未完成程序校准，会出现自检灵敏度偏移、故障判定标准错乱等问题，无法精准区分设备自身故障与系统工况波动，产生错误的故障判定结果，最终引发无依据的保护误动行为。

三、继电保护装置误动的系统与环境诱因

（一）二次回路运行异常

二次回路是继电保护装置信号传输、指令传递的核心通道，回路运行异常是引发装置误动的高频诱因。二次回路存在接线松动、线路绝缘老化、回路短路、接地不良等问题时，会导致信号传输失真、电流电压采样数据异常，误导继电保护装置做出错误故障判断。同时二次回路线路杂乱、屏蔽措施不到位，容易出现回路串扰、信号干扰等问题，造成传输信号波动紊乱，触发保护装置误动作。二次回路隐患具备隐蔽性强、排查难度大的特点，长期潜伏运行会反复诱发装置误动故障。

（二）现场电磁环境干扰

发电厂内部大功率设备密集，机组启停、高压设备运行、变频器工作会产生高强度电磁辐射与电磁干扰，对继电保护装置运行造成严重影响。继电保护装置属于精密电子设备，抗干扰能力有限，强电磁干扰会导致装置内部程序紊乱、采样数据失真、通信模块异常，破坏装置正常运行逻辑。电磁干扰具有突发性、随机性特点，无固定规律可循，会导致装置在正常运行工况下突发误动，此类环境干扰引发的误动故障随机性强、排查难度高，是影响装置稳定运行的重要外部因素。

（三）温湿度环境工况失衡

继电保护装置运行环境的温湿度失衡，会大幅影响设备运行稳定性，诱发误动故障。发电厂配电室、保护柜运行环境若湿度过高，会导致装置内部元件受潮、绝缘性能下降，引发微短路、漏电等问题，造成设备运行异常。若环境温度过高，会加速电子元件老化，导致设备运行参数漂移、运算精度下降。同时环境粉尘堆积过多，会堵塞设备散热通道、影响触点接触效果，干扰装置正常数据采集与逻辑判断，最终引发继电保护装置误动故障。

四、继电保护装置误动的管理与技术诱因

（一）保护整定配置不合理

继电保护装置的整定参数是设备故障判别、动作执行的核心依据，整定配置不合理是引发误动的关键技术诱因。在机组扩容、电网改造、设备升级后，未及时同步更新继电保护整定参数，会导致原有整定方案与现有运行工况不匹配，保护动作

阈值设置不合理。部分整定计算过程存在偏差，未充分考虑电网正常波动范围、设备启动冲击等正常工况，导致装置将正常电力波动判定为故障，触发误动动作。整定逻辑设计不完善、各级保护配合失调，也会引发越级误动、联动误动等各类问题。

(二) 运维检修工作不规范

日常运维检修工作不规范、流程落实不到位，极易人为遗留设备隐患，诱发继电保护装置误动。检修作业过程中，部分现场存在操作流程简化、设备调试不标准、隐患排查不全面等问题，检修结束后未严格开展全工况校验试验便仓促将设备投入运行，造成隐性故障遗留。运维台账记录不完善、设备全周期状态跟踪不到位，管理人员无法及时掌握装置性能变化趋势，未能提前处置参数漂移、元件老化等潜在问题。同时检修完工后二次回路接线恢复、保护设备校准工作不规范，改动原有接线或是整定参数，改变设备原有运行状态，破坏保护系统工作稳定性，大幅提升继电保护装置误动风险。

(三) 人员专业能力不足

运维管理人员专业素养与实操能力不足，是继电保护装置误动的重要人为诱因。当前继电保护技术更新迭代速度快，新型智能化装置的运行逻辑、调试方式、故障原理更为复杂，对运维人员综合业务水平提出了更高要求。部分运维人员缺乏系统的专业学习与实操培训，知识更新滞后于设备升级进度，对设备运行特性、故障诱因、整定逻辑掌握不透彻。在日常巡检、设备调试、故障处置过程中，无法精准识别隐蔽性较强的隐性隐患，容易出现操作失误、参数误调、判断偏差等问题，人为造成继电保护装置运行异常，引发保护误动故障。同时人员技术短板也会导致故障发生后无法快速定位诱因、高效开展处置工作，进一步扩大故障带来的影响。

五、继电保护装置误动运行管理防控技术措施

(一) 强化设备全周期技术管控

构建继电保护装置全生命周期技术管控体系，从设备选型、安装调试、运行监测、老化更换全流程把控设备运行质量，实现继电保护设备闭环精细化管理。设备选型阶段严格遵循高标准选型原则，结合现场工况条件，选用质量可靠、适配性强、抗干扰能力优的专业设备与元件，从源头降低硬件故障风险。安装调试阶段严格按照行业技术规范开展作业，细化安装工序管控，精准完成参数校准、回路调试、功能试验，逐项核对各项保护逻辑，保障设备投运状态良好。建立动态更新的设备老化台账，常态化跟踪装置服役年限，定期监测元件性能变化，对老化、漂移、失效的元件及时更换，按期开展设备整机性能校验与隐患排查，全面掌握设备健康状态，从设备本体层面杜绝硬件缺陷引发的误动故障，保障设备长期稳定运行。(二) 优化系统抗干扰与环境管控技术

针对性落实抗干扰技术改造与运行环境优化措施，多措并举消除外部环境引发的装置误动问题。全面对二次回路开展标准化升级改造，强化信号线路屏蔽防护能力，严格规范现场接线工艺，建立常态化巡检机制，定期检测线路绝缘性能与接地

状态，及时排查处理线路松动、老化、短路、接触不良等安全隐患，保障各类控制信号传输稳定可靠。持续优化设备运行环境，按需安装恒温恒湿调控设备、防尘防护装置，定期开展设备内部粉尘清理工作，严控温湿度、粉尘等环境指标，保障保护装置运行环境达标。针对现场复杂电磁干扰问题，增设专用电磁屏蔽设施，科学优化设备安装布局，尽可能远离大功率干扰源设备，全面提升装置整体抗干扰能力，有效规避各类环境因素诱发的保护装置误动故障。

(三) 完善整定优化与运维管控体系

建立动态化保护整定优化机制与标准化运维管理体系，从技术与管理层面双重防控装置误动。结合机组改造、电网升级、工况变化动态更新整定方案，精准开展整定计算，合理设置保护动作阈值，兼顾故障灵敏性与运行稳定性，优化各级保护配合逻辑，杜绝整定失调引发的误动。规范日常运维、定期检修、试验调试全流程标准，细化巡检项目与排查重点，强化隐性隐患排查治理。建立设备运行状态动态监测与数据分析机制，依托智能化技术实时跟踪设备运行参数，提前预判设备性能衰减趋势，实现隐患前置处置。同时完善运维考核机制，规范人员作业行为，杜绝人为操作失误引发的设备误动。

结束语

综上所述，发电厂继电保护装置误动问题的诱因复杂多元，涵盖设备本体老化缺陷、系统回路异常、外部环境干扰、技术整定偏差、运维管理疏漏、人员能力不足等多个方面，各类诱因相互交织，共同影响继电保护装置的运行可靠性，极易引发机组非计划停运、电网供电波动等不良问题，严重制约发电厂安全稳定经济运行。继电保护装置作为电力系统的核心安全屏障，其运行稳定性至关重要，防控装置误动故障是发电厂运维管理工作的核心重点。通过落实设备全周期技术管控、优化环境抗干扰技术、完善整定与运维体系、搭建智能预警平台、强化人才队伍建设等全方位防控技术与管理措施，能够系统性解决继电保护装置误动难题，全面提升装置运行的精准性与稳定性。未来发电厂需持续立足电网运行工况变化与技术迭代趋势，持续优化继电保护运行管控模式，细化防控技术措施，构建常态化、智能化、精细化的故障防控体系，有效规避保护误动风险，全面保障发电厂电力系统安全、稳定、高效运行。

[参考文献]

- [1]武凯. 发电厂继电保护装置的故障诊断与智能预警研究[J]. 电力设备管理, 2024, (20): 89-91.
- [2]吴利强. 发电厂电力系统继电保护装置抗干扰技术研究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2024, (9): 27-29.
- [3]杨明睿. 发电厂继电保护装置的选择与配置方法研究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31 (3): 98-100.
- [4]杨一凡. 发电厂继电保护装置调试和安全管理策略[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12 (9): 290-291+294.
- [5]王赐来. 发电厂继电保护装置的常见故障和改进对策[J]. 电力设备管理, 2021, (6): 76-77.