

电力继电保护故障的检测与维修技术研究

李辉坚

广东能建电力设备厂有限公司，广东 广州 510400

DOI: 10.61369/SSSD.2025040020

摘要：电力系统的稳定运行对社会发展至关重要，继电保护作为其关键防线，对保障系统安全意义重大。本文聚焦电力继电保护故障，深入剖析其特点，详细阐述常见故障检测方法，并着重探讨变压器故障检测与维修技术，旨在提升继电保护系统可靠性，为电力系统稳定运行提供有力支撑。

关键词：电力系统；继电保护；故障检测；变压器维修

Research on Fault Detection and Maintenance Technology of Power Relay Protection

Li Huijian

Guangdong Energy Construction Power Equipment Factory Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510400

Abstract : The stable operation of the power system is of great significance to social development. As a key defense line of the power system, relay protection plays a vital role in ensuring the safety of the system. This paper focuses on the faults of power relay protection, deeply analyzes their characteristics, elaborates on common fault – detection methods, and particularly discusses the fault – detection and maintenance technology of transformers. The aim is to improve the reliability of the relay protection system and provide a strong support for the stable operation of the power system.

Keywords : power system; relay protection; fault detection; transformer maintenance

引言

在现代社会，电力供应的稳定性和可靠性直接关系到社会经济的正常运转和人们的生活质量。继电保护作为电力系统的重要组成部分，能够在系统发生故障或异常运行状态时，迅速、准确地动作，切除故障设备，保障电力系统的安全稳定运行。变压器作为电力系统中的核心设备，其故障会对整个系统产生严重影响^[1]。因此，深入研究电力继电保护故障的检测与维修技术，尤其是变压器故障的检测与维修，具有重要的现实意义。

一、电力变压器常见故障类型

(一) 电流互感饱和故障

电流互感饱和故障是电力继电保护所面临的一大难题。进入电气化时代，电能需求极大增加，电力系统所面临的供电压力也在不断增加，进而引发超负荷、短路等一系列风险^[2]。以短路为例，由于瞬时电流急剧增加，特别是终端设备处的电流互感器可能面临超过正常情况百倍的单次额定电流，进而其误差增加，而电流速断保护灵敏度则会相应降低，从而导致断电问题。因此，对于电力继电保护功能与系统稳定性而言，电流互感饱和故障将会造成严重威胁。

(二) 产源故障

产源故障是指由于生产环节的质量问题而导致的电力系统继电保护装置在运行安全性、稳定性等方面出现的问题。例如，在电力系统中，如果继电装置的安全系数、准确性无法达到既定标

准，或者其系统内部的关键部件本身在生产环节质量不达标时，如执行器、处理器、传感器等，也有可能影响其整体运行性能，甚至导致系统故障^[3]。因此，电力继电保护装置的生产环节，应做好产品质量的把控工作，确保其各个部件、整体性能都符合质量标准。此外，继电保护系统的运行期间，也要做好维护、检修工作，及时识别并处理其可能存在的风险，确保其安全、稳定运行^[4]。

(三) 运行故障

在电力继电保护系统运行过程中，一些故障，尤其是一些反复出现的故障，如果不加以注意、及时处理，则可能导致整个电力系统面临巨大风险。由于电力系统本身处于较为复杂的运行环境中，如线路磨损、设备老化、外部干扰等，都有可能导致误动作、拒动作、动作不灵敏等运行故障，从而影响整个继电保护系统运行的可靠性、安全性、稳定性^[5]。因此，对于运行故障的检测与维修，需要采取精细化的管理手段与技术措施，并技术优化继

电保护系统的设计与配置，提高其抗干扰能力与环境适应性，确保其在各种复杂环境中都能够稳定运行。

二、电力继电保护故障检测与维护原则

(一) 及时性原则

在电力继电保护故障检测与维护工作中，及时性原则至关重要。一旦发现故障迹象或收到故障报警，应立即采取行动，迅速组织专业人员对故障进行检测和定位^[6]。及时的故障响应可以最大限度地减少故障对电力系统的影响，防止故障扩大化，保障电力系统的安全稳定运行。同时，及时性原则也要求维护人员具备高度的责任心和紧迫感，时刻关注电力系统的运行状态，确保在故障发生时能够迅速响应，有效处理^[7]。

(二) 经济性原则

继电保护装置作为一种重要的精密设备，其本身造价较高。在运行过程中，如果因维护不及时而导致频繁维修或更新，则将会极大的增加电力系统的运行成本。因此，对于电力继电保护故障的检测与维护需要遵循经济性原则，在确保整个电力系统安全、稳定运行的前提下，最大限度地降低继电保护装置的维护成本^[8]。对此，一方面，可通过优化故障检测技术与手段，确保故障检测的及时性、准确性，从而能够前瞻性的发现系统存在的故障，提高故障检测的准确性。另一方面，积极引进、探索更具实用性、经济性的维护方案，如采用先进的维护技术与前沿材料，提高设备的运行性能，降低维护成本。另外，在选购继电保护设备时，也应从经济性角度出发，尽量选择维护成本低、性价比高的装置，延长其使用寿命，确保其稳定运行^[9]。

(三) 系统性原则

电力继电保护装置的检测与维护是一项重要性、系统性工作，具有涉及范围广、涵盖内容多等特点。因此，在对其进行检测与维护的过程中，应遵循系统原则，应全面、工作系统地考虑可能会导致系统故障的各种因素，确保检测与维修工作的全面性、有效性开展^[10]。具体而言，检修工作需要对电力继电保护装置的线路、设备等进行全面性的检测与评估，及时发现系统潜在的各项安全隐患，并采取有效维护措施，从源头上预防各类故障的发生。与此同时，由于电力系统本身的负责性，在对其进行检测与维修时，需要综合考虑系统内容各环节之间的关系，注重其协调性、匹配性，从而最大化地发挥其维修作用。

三、电力继电保护故障检测与维护路径

(一) 日常维护

鉴于电力继电保护装置在电力系统中的重要性，为确保其运行的安全性、稳定性、可靠性，做好日常维护工作是非常关键的。对电力继电保护装置的日常维护，能够有效降低外界因素对其实质威胁，从而避免各种故障的发生。

1. 装置巡视

对电力继电保护装置的日常巡视，能够及时了解、实时掌握

设备的运行状态。设备维护人员在对其进行巡视时，需要如实记录体现设备状态的仪表读数，并将其与额定值进行比较，如发现数值异常，则需要进行故障诊断，找出异常原因，明确故障点，并采取相应的维护措施，确保设备的正常运行^[11]。

2. 装置清洁

由于部分电力继电保护装置运行环境较为复杂，其在运行过程中可能会受到各类灰尘、杂质的影响，而导致一系列故障，如误动作、接触不良等。因此，设备维护人员要定期对继电保护装置进行清理，避免此类故障的发生。在清洁过程中，维护人员应全面清楚装置表面及内部的污渍、积水等。此外，在进行设备清洁作业时，如果电压超过250V，则需要切断电源，然后再对设备进行清洁，确保作业过程的安全性^[12]。

3. 装置检查

观察法是电力继电保护装置检测与维护最为常用的方法之一。观察法的运用，重点在于检测电力继电保护装置是否存在异响、冒烟等异常状态。在发现问题后，为避免问题扩大，应及时、妥善处理问题，以免引发更加严重的后果^[13]。在检查过程中，还应重点检查电源指示灯，如果发现指示灯闪烁，应结合现场情况，对装置故障做出准确判断，并及时采取相应的处理措施。

(二) 故障处理

电力继电保护装置常见的故障主要包括开关拒合、保护失灵、有误动作等，在维修过程中，应针对不同的故障类型，采取相应的处理措施^[14]。

1. 开关拒合

开关拒合故障通常表现为继电保护装置无法正确闭合开关，导致电路无法接通或设备无法启动。这种故障可能由多种原因引起，如控制回路故障、操作电源异常、开关机构卡涩或损坏等。针对开关拒合故障，维修人员首先应对控制回路进行全面检查，确认回路连接是否正确、可靠，无断路或短路现象。同时，检查操作电源是否正常，电压、电流是否符合要求。此外，还需对开关机构进行细致检查，观察是否有卡涩、磨损或损坏现象，必要时进行更换或维修^[15]。在处理开关拒合故障时，维修人员应遵循安全操作规程，确保操作过程的安全性。同时，对于复杂或难以处理的故障，应及时联系专业技术人员进行协助处理，以确保故障得到及时、有效的解决。

2. 保护失灵

保护失灵故障是指继电保护装置在电力系统发生故障时未能正确动作，导致故障无法被及时切除，从而可能引发更大的事故。这类故障通常表现为保护装置无反应或误动作，其原因可能涉及多个方面，如保护装置本身存在缺陷、二次回路故障、定值设置错误等。针对保护失灵故障，维修人员首先需要检查保护装置的工作状态，确认其是否处于正常工作模式。随后，应对二次回路进行全面检查，包括回路连接、绝缘性能、信号传输等方面，确保回路无断路、短路或接触不良现象。同时，还需对保护装置的定值进行核对，确保其与实际运行条件相匹配，避免因定值设置不当而导致的误动作。在处理保护失灵故障时，维修人员

应严格遵守安全操作规程，确保人身和设备安全。对于无法立即处理的故障，应采取临时措施，如隔离故障设备，防止故障扩大，并尽快安排专业人员进行处理，以确保电力系统的安全稳定运行。为防止保护失灵故障的发生，还应加强对继电保护装置的预防性维护，定期进行试验和检测，及时发现并处理潜在问题，提高设备的可靠性和稳定性。

3. 误动作故障

为避免误动作问题的发生，在制定继电保护方案时，应针对不同的保护对象，合理方案保护方案。例如，针对输电线路，其保护方案应侧重差动保护与过流保护，以此保障输电线路的安全运行；针对母线，其保护方案应侧重电压或欠电压，并充分考虑其所处的外部环境，优化相关参数指标，从而保障母线的安全、稳定运行。

此外，定期检查巡视和测试也是降低继电保护装置误动作的重要手段之一。因此，要制定完善的继电保护装置巡视检查与测试制度。在巡检过程中，应从现场实际情况出发，检查装置参数及电路连接情况，分析装置存在的问题，并采取相应的处理措施。

在此基础上，对于电力继电保护装置的维护，除了加强硬件系统的巡检，还应从软件方面加强管理，对其软件版本进行及时更新，特别是对于一些已知的软件漏洞，应及时修复，以免因软件问题而导致继电保护装置的误动作。此外，由于电力继电保护装置自身的复杂性，为提高其故障检测与维护的准确性、高效性，还应加强对设备运维人员的培训，不断提高其专业能力，确保电力继电保护装置的各类故障都能得到及时、有效处理。最后，对于电力继电保护装置的检修，还应充分利用人工智能、大数据分析等信息技术手段，实现对系统各项数据的实时监测，从而更加高效地发展装置存在的问题，确保继电保护系统的安全、稳定运行。

总之，为最大限度地发挥电力继电保护作用，做好继电保护装置的检测与维护工作是非常有必要的。对此，维护人员应在充分掌握继电保护装置常见故障的基础上，遵循及时性、经济性、系统性原则，在做好装置巡检、装置清洁、装置检查等基础性工作的基础上，准确判断电力继电保护装置存在的故障，并做出及时、妥善处理，确保继电保护系统的稳定运行，充分发挥其对电力系统的保护作用。

参考文献

- [1] 欧焕国. 电力继电保护故障及电工维修技术研究 [J]. 通信电源技术, 2020, 37(05):281–282.
- [2] 黄亚健. 电力继电保护的故障及维修技术要点解析 [J]. 湖北农机化, 2020, (05):101–102.
- [3] 吴达嵩. 电力继电保护故障的检测及其维修解析 [J]. 电力设备管理, 2021, (04):45–47.
- [4] 方易卉, 金祎婧, 张筠清. 基于继电保护的电力系统故障检测与定位技术研究 [J]. 家电维修, 2024, (02):80–82.
- [5] 王馨瑶, 史宇. 电力继电保护的故障分析与维修技术研究 [J]. 张江科技评论, 2024, (06):89–91.
- [6] 白湘玮, 李万岭, 张万月. 电力继电保护故障的检测与维修技术研究 [J]. 电力设备管理, 2024, (19):22–24.
- [7] 陈恩来. 电力系统故障检测与定位中的继电保护技术探讨 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(10):233–235.
- [8] 薛强, 卫世超. 电力变压器绕组频率响应特性分析 [J]. 山西电力, 2024, (06):25–28.
- [9] 董康猛, 刘鹏飞, 张景涛. 电力变压器的故障诊断及设备配置方法探析 [J]. 电力设备管理, 2024, (23):291–293.
- [10] 叶尚兴, 徐菲菲, 吴一庆, 等. 电力变压器故障数据特征提取方法研究 [J]. 仪表技术, 2024, (04):36–38+59.
- [11] 王朔. 电力变压器常见故障与诊断方法探析 [J]. 水电站机电技术, 2024, 47(05):107–109.
- [12] 陈凌云. 电力变压器低压绕组变形故障自动检测方法 [J]. 自动化应用, 2024, 65(06):89–91.
- [13] 梁栋, 朱建华, 张翠, 等. 变压器状态评估及故障诊断研究综述 [J]. 变压器, 2024, 61(02):35–43.
- [14] 李建志, 李树琥. 电力变压器故障分析与检修措施分析 [J]. 大众标准化, 2023, (19):80–82.
- [15] 李智. 配电变压器绕组短路故障特征及其检测技术研究 [D]. 山东理工大学, 2023.