

继电保护装置故障检测方法研究

高欣

准能集团供电公司，内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：在现代电力系统规模不断扩大、结构日益复杂的背景下，电力供应的稳定性和安全性面临着前所未有的挑战。本文对继电保护装置的故障检测技术进行了深入探讨。说明继电保护装置具有可靠性和选择性两方面的特性。对其故障检测进行了必要性分析，还讨论了存在的问题，最后提出了针对性的策略。其目的是为了提高继电保护装置故障检测精度与效率，确保电力系统安全、可靠地运行，促进电力行业的发展。

关 键 词：继电保护；装置；故障检测

Research on Fault Detection Methods of Relay Protection Devices

Gao Xin

Zhunneng Group Power Supply Company, Ordos, Inner Mongolia 010300

Abstract： Under the background of expanding scale and complex structure of modern power system, the stability and security of power supply are facing unprecedented challenges. In this paper, the fault detection technology of relay protection device is deeply discussed. The relay protection device has the characteristics of reliability and selectivity. The necessity of fault detection is analyzed, the existing problems are discussed, and the corresponding strategies are put forward. The purpose is to improve the fault detection accuracy and efficiency of the relay protection device, ensure the safe and reliable operation of the power system, and promote the development of the power industry.

Keywords： relay protection; device; fault detection

引言

在电力系统规模越来越大、复杂程度越来越高的情况下，继电保护装置是保证电力系统安全和平稳运行的关键设备之一，它的重要性越来越突出。但是在继电保护装置工作期间可能存在多种故障，如果不能及时精准的发现，就会给电力系统带来严重影响，例如停电事故和设备损坏。所以对继电保护装置的故障检测方法进行深入的研究有着非常现实的意义。

一、继电保护装置的特点

（一）可靠性

继电保护装置要求在多种复杂环境条件下能平稳、可靠的运行。比如在温度高，湿度大的变电所环境下，它的电子元件以及机械结构一定要能长时间正常工作而不会受到环境因素的干扰。可靠的继电保护装置能够在规定的保护范围内，需要动作时精确动作和不需要动作时不做动作。这需要它在硬件设计上使用优质元件，在软件编程上进行严格检验与测试^[1]。

（二）选择性

当电力系统发生故障时，继电保护装置应能有选择地切除故障部分，而保证非故障部分继续运行。例如，在一个具有多个支路的输电线路中，如果某一支路发生短路故障，靠近故障点的继电保护装置应首先动作，将故障支路切除，而其他正常支路的继电保护装置不应动作，从而最大限度地减少停电范围。这就需要继电保护装置根据故障电流的大小、方向等特征来准确判断故障

位置。

（三）快速性

继电保护装置需要能迅速发现故障，做出相应的行动。以高压输电的线路故障为例，故障发生后，继电保护装置应在极短的时间内（如几十毫秒）发出跳闸信号，以防止故障电流对设备造成进一步的损坏。快速动作能够降低故障对电力系统造成的影响，保持系统稳定并避免扩大故障范围。

（四）灵敏性

对保护范围内发生的故障不论其故障点位置和故障类型，继电保护装置均应能够灵敏响应。例如，在一个具有不同短路电阻的短路故障情景下，继电保护装置要能够准确地检测出微弱故障信号。灵敏性需要保护装置具有较强的故障反应能力，甚至对于小电流接地故障这种比较难以发现的故障类型也能够进行可靠的发现^[2]。

（五）智能化

现代继电保护装置具有一定的智能化特点。它能对所收集的

资料进行分析处理并自动识别出故障类型及位置。如某些智能继电保护装置可通过内置算法，分析电流，电压等波形来判断是否为相间短路，接地短路等复杂故障类型并可基于历史数据自我学习优化。

（六）可通信性

继电保护装置具有通信功能并能实现与变电站其他装置以及远程监控中心信息交互。通过通信网络它能把自己的运行状态，故障信息等等及时上传到控制中心，还能收到从控制中心发出的命令。如保护装置发现异常而达不到跳闸阈值，则可向监控中心发送信息，技术人员可做进一步分析决策。

二、继电保护装置故障检测的必要性

（一）保障电力系统稳定运行

电力系统是个复杂网络，只要有一个地方发生故障就会引起连锁反应。继电保护装置失效后没有及时发现，就会造成真正发生电力故障时不能正确行动。以某大型电网为例，若单条输电线路继电保护装置失效，当线路短路后可能不能及时断开故障电流，这样的情况会导致故障扩散至其他连接的电线和设备，最后可能引发大规模的停电事件，从而对整个电力系统的稳定运作产生不良影响。

（二）保护电力设备安全

故障电流会对电力设备造成严重的破坏。继电保护装置能否正常工作，是制约故障电流给装置造成损坏程度的一个关键。如果设备的故障检测功能出现故障，如过载、短路等，并且不能迅速断开电路，那么设备，如变压器、发电机等，可能会因为长时间承受过大的电流而损坏，从而导致巨大的经济损失。又如某大型变压器发生短路故障时，若继电保护装置不能发现故障而跳闸的话，变压器的内部绕组就会由于过热而被破坏，维护费用较高，维护周期也较长^[3]。

（三）提高供电质量

准确地进行故障检测可以保证继电保护装置的适时动作，降低故障给供电带来的冲击。以城市供电网络为例，经常发生故障停电现象将严重影响到居民及企业的正常使用。若继电保护装置故障能够得到及时发现并维修，则可以避免保护装置误动或者拒动而造成不必要的断电，确保供电持续稳定，改善供电质量并满足用户用电要求。

（四）满足电力系统发展需求

伴随着新能源接入，分布式电源广泛使用以及电力系统智能化进程的不断推进，电力系统结构与运行方式都发生了巨大改变。继电保护装置需适应上述新变化，故障检测功能是否有效直接影响整个新型电力系统可靠性。例如，在一个包含众多分布式光伏电源的配电网中，故障电流的幅度和方向与传统电网存在显著差异，只有通过可靠的故障检测手段，才能确保继电保护装置在新的环境条件下能够正常工作。

（五）降低运维成本

对继电保护装置故障进行及时发现，能够避免因故障扩大化

而增加维修成本。如不能及时发现故障，就有可能造成有关设备损坏并加大维修工作量及费用。并且，通过高效的故障检测能够对保护装置实施针对性的维修与替换，避免了不必要的经常性综合大修，提升了运维效率并减少了运维成本^[4]。

（六）增强电力系统的安全性

电力系统的安全包括人员，设备安全保障。继电保护装置在正常工作过程中可能发生误动作而导致不必要断电，故障发生后甚至拒动而发生电气火灾和其他安全事故。通过改进故障检测方法能够确保继电保护装置正常工作，提高电力系统安全性，保障人员生命安全，降低财产损失。

三、继电保护装置故障检测的现存问题

（一）检测方法的局限性

传统继电保护装置故障检测方法大多是以阈值判断为主，逻辑分析简单。比如通过对电流和电压设置阈值判断故障。但该方法遇到复杂故障情况具有局限性。如果发生高阻接地故障，故障电流有可能小于传统设定阈值而造成检测失效。并且，在某些间歇性故障中，以固定阈值为基础的检测方法不一定能准确地捕捉故障信号，易产生误判或者漏判现象^[5]。

（二）故障信息不准确

在收集故障数据的过程中，继电保护设备可能会受到电磁干扰等外部因素的干扰。如在变电站这样的高电磁环境下，传感器捕获的电流和电压信号可能会产生失真现象。如附近发生大型开关操作或者雷击等情况，所产生的电磁脉冲就可能与正常信号叠加，使采集的故障信息不够精确，影响了故障检测精度。并且，传感器自身精度以及老化问题都会造成所采集信息偏离真实故障情况。

（三）缺乏自适应能力

目前已有的很多继电保护装置失效检测手段自适应能力不足。在电力系统运行方式发生改变，例如电网结构调整和负载变化时，一成不变的检测算法不一定能满足新运行工况的要求。以某工业用电区域为例，由于大量新增设备并网造成负载显著增大，原根据具体负载条件而制定的故障检测方法有可能发生误动作或者不能发现某些潜在的故障^[6]。

（四）硬件故障检测困难

继电保护装置硬件主要由电路板，芯片和继电器几个部分组成。硬件故障种类较多，有芯片老化，继电器触点磨损。这些硬件故障不一定马上就会呈现出显着的故障特点，并且检测起来需要比较复杂的装置与技术。比如电路板微小短路或者开路故障也许难以用常规检测手段检测出来，这就需要有专业电子检测设备及有经验技术人员来检查。

（五）数据处理能力不足

伴随着电力系统的不断扩大以及智能化程度不断提升，继电保护装置要对海量故障数据进行处理。但目前已有的几种保护装置都存在着数据处理能力不足的问题。如面对大量电流，电压波形数据，设备可能不能及时高效地分析数据并提取出有用信息而

造成故障检测滞后。并且，有限的数据存储容量还会造成一些故障数据的损失，从而影响到后续故障的分析与诊断^[7]。

（六）通信故障影响检测

继电保护装置故障检测主要是靠和其他装置进行通讯。通信链路失效会造成故障信息不能及时上传，或者命令收不到。比如，在通信光纤遭到破坏或者通信协议发生错误等情况下，保护装置在没有收到中心发出的控制指令的前提下，可能不能向监控中心通报当地发现的故障，大多都会影响故障检测与处理的全过程，甚至会造成保护装置误动或者拒动。

（七）人员技术水平参差不齐

从事继电保护装置故障检测与测试的工作人员技术水平参差不齐。部分基层运维人员对于新型继电保护装置及故障检测技术可能缺乏认识。例如，在遭遇具备智能功能的继电保护设备出现故障的情况下，他们可能不能准确地解读该设备所提供的复杂故障信息，也可能无法准确地识别出故障的根本原因，因而不能对故障进行有效检测与维修，影响了电力系统整体故障处理效率^[8]。

四、继电保护装置故障检测的策略

（一）改进检测算法

在进行故障检测时，我们可以改进自己的检测算法。如利用小波变换算法其可实现电流和电压信号的多分辨率分析并能有效地检测信号突变部分，在高阻接地和间歇性复杂故障情况下具有较好的检测结果。同时可结合神经网络算法对海量故障数据进行学习训练，实现保护装置对不同故障类型及运行工况的自适应，提升了检测智能化程度。

（二）优化数据采集

利用抗干扰能力较强的传感器及数据采集设备降低电磁干扰在故障信息采集中的作用。如采用屏蔽性能好的电流互感器、电压互感器等，并在传感器设计中加入电磁屏蔽层、滤波电路等对电磁干扰信号进行过滤。同时定期校准与维修传感器以保证传感器的精度并提高所收集故障信息准确性^[9]。

（三）增强自适应能力

在进行继电保护装置故障检测时我们可以设计一种带自适应的故障检测系统。将自适应算法嵌入保护装置，检测阈值及逻辑随电力系统运行参数改变而实时整定。比如当电网负载变化时，

该系统能够自动分析负载电流变化趋势并据此调节短路电流检测阈值以确保在各种负载情况下均能够精确检测出故障并避免运行方式变化带来的错误判断。

（四）完善硬件检测技术

硬件检测时应该采用先进硬件检测技术，对继电保护装置硬件进行故障检测。若利用红外热成像技术则可探测电路板中元件温度异常并及时发现可能过热故障。对芯片这类关键部件可采用在线监测技术对其工作状态进行实时监控，例如通过对芯片电源电流和工作频率这类参数进行监测以判断故障发生情况。同时建立了完整的硬件故障诊断数据库以提高硬件故障诊断工作效率。

（五）提高数据处理能力

电力系统可以通过增强继电保护装置数据处理芯片的性能，提高数据的存储容量。例如，当使用高速数字信号处理器（DSP）芯片时，它能够迅速地处理众多的电流和电压信息，从而加速数据的处理过程。同时对数据处理算法进行了优化，利用数据压缩技术降低了数据存储量并提高了数据存储与处理效率。另外，有可能构建一个分散式的数据处理框架，将某些数据处理任务分派给其他相关的设备，从而降低保护装置在数据处理方面的压力^[10]。

（六）提高人员技术水平

管理层可以加大继电保护装置故障检测人员培训力度。定期举办技术培训课程有新型继电保护装置原理和先进故障检测技术。鼓励技术人员参与行业研讨会、技术交流活动等，开阔技术视野。同时对技术人员建立考核机制，鼓励其不断地学习与提升技术水平，保证能熟练处理各类继电保护装置的故障检测与检修任务。

五、结语

继电保护装置的故障检测，是确保电力系统安全平稳运行的关键环节之一。本文通过对继电保护装置特点，故障检测必要性，存在问题进行分析，提出相关策略。从完善检测算法，优化数据采集以及增强自适应能力几个方面采取措施，能够有效地提高继电保护装置故障检测精度与效率，降低由于保护装置故障而造成电力系统事故的发生率，推动电力行业持续健康发展。今后的研究工作仍需继续关注电力系统新变化、新技术，并进一步改进故障检测方法使其能够满足更复杂电力系统工作环境。

参考文献

- [1]李猛. 基于支持向量机的电力二次设备继电保护装置故障检测方法[J]. 电工技术, 2023,(09):136-138+141.
- [2]王笛. 电力系统继电保护装置故障检测方法研究[J]. 大众用电, 2021,36(10):62-63.
- [3]王旭星. 火力发电厂继电保护装置故障检测及处理方法分析[J]. 智能城市, 2021,7(11):87-88.
- [4]王嘉昊, 陆昊鹏. 电力系统继电保护及故障检测方法研究[J]. 光源与照明, 2021,(05):58-59.
- [5]张文. 继电保护中的故障检测与应对策略[J]. 光源与照明, 2021,(05):60-61.
- [6]邢大江. 火力发电厂继电保护装置故障检测与维修方法研究[J]. 中国设备工程, 2018,(22):100-101.
- [7]包学成. 电力继电保护装置故障检测方法研究[J]. 电工技术, 2018,(22):30-31.
- [8]谢秋明. 电力继电保护装置及故障诊断[J]. 电子技术与软件工程, 2018,(10):236.
- [9]郭亚楠, 陈献庆, 叶留义, 等. 嵌入式继电保护装置在线故障检测方法研究[J]. 信息技术, 2018,(04):79-82+87.
- [10]韩化. 火力发电厂继电保护装置故障检测与维修方法研究[J]. 科技风, 2016,(14):162.