

电力继电保护中的故障与对策分析

何碧红

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要]在电力系统中,继电保护装置是通过故障检测与隔离,迅速消除潜在危害,防止故障蔓延,保障电力系统的正常运行。随着电力需求的增加,电网规模不断扩大,继电保护设备的技术要求也变得更加严格。在复杂的电力网络中,继电保护装置必须具备高度的选择性与灵敏性,以确保能够准确定位故障区域,减少误动作,最大限度地提高保护效能。电力系统的持续发展要求继电保护系统具有更高的响应速度和更强的故障识别能力,以适应多变的故障模式。本篇文章探讨继电保护装置在实际运行中可能面临的故障问题,并分析相应的故障处理技术,以确保电力系统在面对各种故障时能够高效应对。

[关键词]电力继电保护;故障;对策分析;灵敏性;选择性;人工神经网络

DOI: 10.33142/hst.v7i11.14284

中图分类号: TM77

文献标识码: A

Analysis of Faults and Countermeasures in Power Relay Protection

HE Bihong

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

Abstract: In the power system, relay protection devices quickly eliminate potential hazards, prevent the spread of faults, and ensure the normal operation of the power system through fault detection and isolation. With the increasing demand for electricity, the scale of the power grid continues to expand, and the technical requirements for relay protection equipment have become more stringent. In complex power networks, relay protection devices must have high selectivity and sensitivity to ensure accurate positioning of fault areas, reduce misoperation, and maximize protection efficiency. The continuous development of the power system requires relay protection systems to have higher response speed and stronger fault identification capabilities to adapt to changing fault modes. This article explores the possible fault problems that relay protection devices may face in practical operation, and analyzes the corresponding fault handling techniques to ensure that the power system can efficiently respond to various faults.

Keywords: power relay protection; faults; countermeasure analysis; sensitivity; selectivity; artificial neural network

引言

随着全球电力需求的不断上升,电力系统的规模日益扩展,电网结构的复杂度也日渐增加。在此背景下,继电保护技术的作用愈发显著。其任务是通过实时监控与快速响应,确保在发生故障时能够及时断开故障区域,防止故障蔓延,确保电网的稳定性。近年来,随着计算机技术、自动化技术及人工智能的快速发展,继电保护系统逐步向智能化方向发展。新一代智能继电保护系统通过优化算法,提高了故障检测与隔离的准确性,缩短了故障响应时间,极大地提高了电力系统的稳定性。然而,尽管智能化继电保护技术得到了显著的进步,但随着电力网络的不断变化,智能系统仍然面临着新的挑战。因此,如何将现代智能技术与传统继电保护技术相结合,以提升电力系统的保护能力,仍然是当前研究的重要方向。

1 电力系统继电保护的概念与作用

在电力系统的运行中,继电保护技术能够迅速识别故障位置并及时隔离故障区域,从而有效保障电网的安全和稳定。作为电力网络自动化保护体系中的核心组件,继电保护系统对电网运行参数进行实时监测。电压或电流一旦出现异常,便会自动触发响应,对故障区域进行隔离或控

制,以确保系统的整体稳定性。电网安全运行的“第一道防线”即是由继电保护系统所承担的,在减少停电带来的经济损失、提升电网可靠性等方面发挥了重要的保护功能。

1.1 继电保护的基本内涵

继电保护技术持续监测电网的关键参数,通过实时采集电压、电流等数据,装置内的保护单元会对其进行快速分析,以判断是否符合设定的故障条件。当异常参数满足特定条件时,断路器即被激活,迅速切除故障区域,从而实现分区保护,防止系统性故障的扩散。继电保护的这一特性,使其能够在毫秒级时间内完成从故障识别到区域隔离的过程,从而保证其余区域的稳定供电。如今,这一技术已在发电厂、变电站及输电线路中广泛部署,显著提升了电网的整体可靠性与安全性。

1.2 继电保护所发挥的作用

不仅在故障隔离方面,继电保护系统还在电网设备的安全稳定运行中发挥了不可或缺的作用。故障区域的隔离是其首要功能,因而,继电保护系统能够将故障影响限制在最小范围之内,从而降低因故障导致的大规模停电风险。凭借高度的选择性与灵敏性,继电保护系统可以迅速定位故障设备并实施切断措施,而不影响正常区域的电力供应,

确保关键区域的稳定性得以保持。在设备安全方面, 继电保护系统的作用尤为重要。特别是在短路故障中, 继电保护装置可迅速切断过大的短路电流, 保护变压器、发电机等重要设备免受损害, 延长其使用寿命。随着智能电网技术的发展, 继电保护正朝着智能化、精细化方向进步。通过神经网络和大数据分析的引入, 继电保护技术如今可以更精确地识别复杂故障类型, 并在多种运行状态下做出相应响应。

2 电力系统继电保护的故障问题

继电保护装置在电力系统中的作用不可或缺, 然而, 随着时间的推移, 这些装置在长期使用过程中可能会出现一系列故障, 这些故障不仅会影响设备的正常运行, 还可能给电力系统的安全带来重大隐患。

2.1 继电保护开关故障

继电保护开关设备在电力系统中负责故障电路的隔离, 开关设备在长时间的使用中会出现性能下降的情况, 导致其发生不同类型的故障。开关失灵是较为常见的故障形式。当继电保护系统检测到故障信号时, 如果开关未能及时有效地切断电路, 故障便无法被迅速隔离, 从而可能导致故障区域的扩大。进一步地, 电力系统可能因此受到更大范围的影响, 甚至可能波及到其他部分, 威胁到整个电网的稳定性。此外, 触点氧化问题也频繁出现在开关设备中。开关设备的触点在长期暴露于空气中, 尤其是潮湿环境下, 会产生氧化层, 增加了触点的接触电阻。由于接触不良, 开关设备可能无法响应继电保护装置的動作信号, 进而延误故障隔离的时机。

2.2 微机继电保护故障

随着技术的发展, 通过高速的数据处理及精确的信号采集, 这些装置提高了电力系统保护的智能化水平。然而, 微机继电保护装置在实际应用中并非完美无缺, 常常会面临各种故障问题, 进而影响其正常运行。硬件故障是其中一种常见问题^[1]。若存储器、处理器或电源模块等关键部件发生损坏, 保护装置的功能将无法正常运行, 甚至可能导致系统完全失效, 无法及时检测或隔离故障。另一方面, 软件故障也是微机继电保护装置中的常见问题。逻辑错误、程序中的不当配置、软件版本不匹配等问题, 会导致保护装置出现误判、拒动或误动作, 严重时甚至可能无法对电力系统提供任何有效的保护。除此之外, 通信故障同样是微机继电保护系统稳定性的一大隐患。尤其是在多个保护装置协同工作的情况下, 若发生通信中断或信号延迟, 设备间的协调会受到严重影响, 无法按照预定的顺序进行故障检测和隔离, 甚至会导致整个保护系统的反应延迟。

3 继电保护装置的要求

3.1 继电保护的选择性功能

选择性是继电保护装置的基本要求之一, 其主要作用是确保在电力系统发生故障时, 能够准确地定位故障位置, 并及时隔离故障区域, 从而避免故障蔓延并确保其他区域的正常运行。选择性功能通过分级保护策略得以实现, 保

证故障发生时, 接近故障点的保护装置优先动作, 而较远的保护装置则不会受到影响, 确保系统的稳定性不受影响。为了实现选择性保护, 继电保护装置的定值设定需精确并符合电网的实际运行情况。每个保护装置的動作时间和条件应合理配置, 以实现故障的有效隔离^[2]。举例来说, 在电网出现短路时, 位于故障源附近的装置应当立即切除故障, 而其他区域的装置应保持原有运行状态, 避免系统因过度保护而停运。

3.2 继电保护要极强的灵敏性

在系统发生微弱异常时, 保护装置必须能立刻作出反应, 从而防止小故障进一步发展为重大事故。这种灵敏性不仅是继电保护成功的关键, 还能显著提升电力系统的安全性。通过对细微故障的快速响应, 能够尽早发现并隔离问题, 避免其扩展。然而, 灵敏性的提高必须与选择性的要求相平衡。过高的灵敏度可能导致对正常波动的过度反应, 从而引发误操作。因此, 合理配置灵敏度参数至关重要, 只有在确保不干扰正常运行的前提下, 才能实现系统对微小故障的有效响应, 确保保护装置在实时故障中既能迅速反应, 又不至于对电力系统的其他部分造成不必要的影响。

3.3 继电保护人工智能的运用

随着人工智能技术的不断发展, 神经网络(ANN)已成为继电保护领域的重要应用之一。神经网络通过模拟人脑的工作原理, 借助先进的学习算法, 提高了对电力系统故障的诊断能力, 使得继电保护装置能够更为准确地识别并响应各种复杂故障模式。通过对大量历史数据的学习, 神经网络能够自主优化保护策略, 提升故障识别的精度, 实现智能化的继电保护。在继电保护系统中, 神经网络的应用展现了显著优势, 特别是在故障模式的识别方面。利用深度学习, 神经网络能够精准识别电力系统中发生的各种故障, 包括一些传统保护方法难以察觉的复杂故障类型。对于暂态故障等特殊情況, 神经网络能够及时进行判断并作出适当响应, 从而避免了传统保护装置因过度反应而产生的误动作。

4 电力系统继电保护的故障处理技术手段

继电保护装置在电力系统中承担着至关重要的作用, 其主要功能是及时隔离故障并保护电力设备免受损坏。若继电保护装置发生故障, 将可能导致整个系统的运行风险增加, 甚至引发严重的电力事故。

4.1 电力继电保护替换维系

当继电保护装置出现故障时, 替换维系方法是一种常见的解决途径, 目的是保障电力系统的连续运行。通过替换损坏的设备或部件, 系统能够迅速恢复保护功能, 避免长时间的停机。故障设备的准确定位至关重要, 只有在明确故障部件的位置后, 才能够有效地进行替换。替换过程中, 确保新设备的兼容性是关键, 必须确认替换设备的技术参数与原设备相符, 避免因不匹配而引发其他问题。替换过程中, 除了对设备的技术规格进行严格核对, 还要进

行充分的调试和测试。替换后的设备需通过系统的整体检测,确保其所有功能正常,能够在电力系统中发挥应有的作用。在替换操作时,时间的把控极为重要,应尽量缩短操作时间,以避免对电力系统造成影响^[3]。若操作人员能够熟练掌握替换维系的流程,设备替换的效果会更为显著,能够确保系统在故障发生后迅速恢复到正常工作状态。

4.2 拆除维修法

拆除维修法作为一种常见的故障处理手段,通常适用于设备损坏较为严重,无法通过简单修复解决的情况。此方法通过拆卸损坏部分,进行修理或更换,从而排除故障,恢复系统的正常运行。在拆除维修时,操作人员需精准判断损坏部位,以避免对其他部件造成二次损伤。拆卸过程中,必须遵循操作规范,确保所有部件的拆卸过程安全、顺利。拆除维修法的一大优势在于其灵活性,通过及时的维修与更换,可以有效延长设备的使用寿命并提高其工作可靠性。拆卸维修还能够在设备未完全损坏时进行局部修复,避免因完全更换而产生的高成本。特别是对于继电器触点腐蚀、开关设备损坏等故障,拆除维修常常能够在不影响系统整体运行的情况下,顺利解决问题。拆卸维修的难度在于要求维修人员具备丰富的经验,且必须遵循严格的操作规范,确保维修质量,防止二次损坏。

4.3 负荷维修方法

带负荷维修技术可以在电力系统负荷运行时,对继电保护设备进行修复或维护,避免由于停机造成的系统中断。带负荷维修需要高度精确地操作,因为在负荷运行条件下进行维修,系统的稳定性可能受到影响。为了保证操作的安全,维修前需对当前负荷情况进行全面评估,确保负荷处于可控范围内,以降低维修过程中对系统带来的不良影响。带负荷维修方法的优点在于它可以在不影响电力供应的情况下完成设备修复,最大限度地减少系统停机时间。这种方法特别适用于一些紧急故障处理场景,能够快速恢复系统的正常运行。然而,带负荷维修要求操作人员具备高度的技能和丰富的经验,因为在负荷下操作时稍有不慎就可能对电力系统造成严重影响。因此,必须使用专门的维修工具与技术,确保维修工作的精确性。在操作过程中,监控系统运行状况至关重要,一旦发生异常情况,操作人员应立即采取紧急措施。

4.4 日常检验与定期检验相结合

日常检验与定期检修相结合的维护方式,能够有效保证继电保护装置的长期可靠运行。日常检验通常侧重于设备外观、接线状态以及功能部件的检查,旨在及时发现可能导致故障的初步问题。通过日常检查,操作人员可以及时发现设备外部的损坏、松动或接触不良等问题,避免这些小故障逐渐扩展成较大的安全隐患。定期检修则更加侧重于设备的内部性能,特别是对继电保护装置的电气性能、响应时间等关键指标进行深入检查。通过定期检查,能够对设备的长期运行状态进行评估,及时发现潜在的故障风

险^[4]。两者结合的维护方式,为继电保护设备提供了全方位的保障。日常检验及时发现并进行小范围修复,定期检修则确保设备的整体性能和长期稳定性。

4.5 重视电网继电保护设备监管

对继电保护设备进行严格的监管,是保障电力系统安全运行的必要措施。监管的目的是确保继电保护设备在使用过程中维持良好的工作状态,及早发现潜在问题,避免因设备故障导致电力系统事故。电力系统的继电保护设备监管不仅仅局限于设备的技术性能监控,还应涵盖对操作流程、维修质量、设备调试等方面的监督,确保设备按照规范要求进行维护和操作。监管工作需要定期检查继电保护设备的工作状态,并通过数据记录和分析,及时发现设备可能出现的异常。通过科学的管理和监控手段,可以有效预防故障的发生,提高设备的运行可靠性。监管过程中,除了对设备性能的检查外,还应关注操作人员的培训和管理,确保他们熟练掌握设备的工作原理与操作规范。加强对继电保护设备的监管,可以为系统提供更强大的保障,使其能够高效稳定地运行。

5 结语

随着电力系统规模的扩大与网络结构的复杂化,对继电保护装置的要求也不断提升。继电保护装置不仅要具备快速、准确的故障识别与隔离功能,还需要具备更强的灵敏性与选择性,以应对多变的电力网络环境。现代智能继电保护技术的引入,凭借其优化的算法与技术手段,提高了故障响应的准确性与效率,极大增强了电力系统的安全性与稳定性。尽管智能化技术能够有效提升继电保护系统的性能,但设备的故障处理问题依然不容忽视。对继电保护装置进行严格的维护与管理,确保其在长时间运行中依然保持高效稳定的状态,是确保电力系统安全的重要保障。结合日常检测与定期检修的维护策略,将为继电保护设备的稳定性提供强有力的支持。未来,电力行业应不断推进继电保护技术的创新,进一步提升系统的故障处理能力与应对能力,以满足日益复杂的电力网络需求,推动电力系统的持续健康发展。

[参考文献]

- [1]柳彬. 电力继电保护自动化系统的故障诊断策略研究
- [2]中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(三). 国网宁夏电力有限公司石嘴山供电公司;2024:3.
- [2]时露露,赵开喜,李之煜. 电力系统继电保护装置常见故障分析与处理[J]. 光源与照明,2024(5):84-86.
- [3]李士洲,陶英健. 电力继电保护中的故障与对策分析[J]. 集成电路应用,2024,41(8):162-163.
- [4]赵祥旭. 电力系统中继电保护故障分析及处理方法研究[J]. 电力设备管理,2024(18):65-67.

作者简介:何碧红(1974.10—),女,毕业院校:西北电力职工大学,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,职务:生产技术部电气二次专工,职称级别:中级。