

继电保护装置的故障诊断与维护管理方法

朱晓美 韩觐伊 曹子媛

国网河南省电力公司郑州供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 继电保护装置是电力系统中保障设备安全、稳定运行的重要组成部分。随着电力系统的发展和设备的日益复杂化, 继电保护装置的故障诊断与维护管理成为了保证电力系统可靠性的重要课题。文中从继电保护装置的工作原理出发, 探讨了常见故障的诊断方法, 并提出了一种基于数据分析和智能化手段的维护管理方案。通过分析继电保护装置故障的典型病例, 结合现有的技术手段和管理经验, 探索了提高故障诊断效率与精准度的途径。研究表明, 合理的维护管理模式能够有效提高设备的可靠性, 减少故障率, 提升电力系统的安全运行水平。

[关键词] 继电保护装置; 故障诊断; 维护管理; 智能化; 故障案例

DOI: 10.33142/hst.v8i3.15839

中图分类号: TM622

文献标识码: A

Fault Diagnosis and Maintenance Management Methods for Relay Protection Devices

ZHU Xiaomei, HAN Jinyi, CAO Ziyuan

Zhengzhou Power Supply Company of State Grid He'nan Electric Power Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: Relay protection device is an important component of ensuring the safe and stable operation of equipment in the power system. With the development of power systems and the increasing complexity of equipment, fault diagnosis and maintenance management of relay protection devices have become important issues to ensure the reliability of power systems. Starting from the working principle of relay protection devices, this article explores the diagnostic methods for common faults and proposes a maintenance and management plan based on data analysis and intelligent means. By analyzing typical cases of relay protection device faults and combining existing technical means and management experience, we have explored ways to improve the efficiency and accuracy of fault diagnosis. Research has shown that a reasonable maintenance and management model can effectively improve equipment reliability, reduce failure rates, and enhance the safe operation level of the power system.

Keywords: relay protection device; fault diagnosis; maintenance and management; intelligentization; fault cases

引言

继电保护装置在电力系统中承担着重要的保护功能, 其主要作用是迅速检测到电力设备的故障, 并及时切断故障电路, 防止故障扩大, 确保系统的稳定运行。继电保护装置也会因多种原因发生故障, 导致保护失效或误动作, 从而影响电力系统的正常运行。继电保护装置的故障诊断与维护管理显得尤为重要。随着信息技术的进步, 尤其是智能化技术的应用, 为继电保护装置的故障诊断与维护管理提供了新的解决思路。本文将详细探讨继电保护装置的故障诊断与维护管理方法, 提出相应的优化方案, 以提高电力系统的安全性与稳定性。

1 继电保护装置的工作原理与常见故障类型

1.1 继电保护装置的工作原理

继电保护装置是电力系统中保障电气设备和电网稳定运行的重要设备。其基本工作原理是, 当电力系统中出现故障时, 保护装置能够检测到故障信号, 并迅速切断故障电路, 避免故障进一步蔓延, 保护设备免受损害。继电保护装置通常由继电器、变压器、开关设备等组成。在运行过程中, 继电器根据系统电流、电压、频率等参数进行监测, 一旦监测到参数超出设定阈值(如电流过大、电压

异常等), 继电器便会启动, 从而激活开关设备, 迅速切断故障电路。继电保护装置根据不同的电气特性和功能要求, 分为过流保护、过压保护、接地保护等多种类型, 确保电力系统在各种故障情况下都能得到有效保护^[1]。

1.2 继电保护装置的常见故障类型

尽管继电保护装置在电力系统中发挥着至关重要的作用, 但在实际应用中, 继电保护装置也可能发生故障, 导致保护失效或误动作。常见的故障类型包括误动作故障、无动作故障和保护不灵敏故障。

误动作故障: 误动作故障是指继电保护装置在没有发生实际故障的情况下, 错误地启动并断开了正常电路。误动作故障通常是由设定值不当、继电器故障或电力系统扰动引起的。设定值不当是指继电保护装置的动作参数(如电流、电压、时间等)设置过于敏感或过低, 导致即使是系统中的轻微波动或非故障事件也会触发保护动作。设备故障、安装不当以及外部环境因素(如电磁干扰)也可能导致继电保护装置发生误动作。**无动作故障:** 无动作故障是指在电力系统发生故障时, 继电保护装置未能及时动作, 未能切断故障电路, 导致故障蔓延并造成严重后果。无动作故障常见的原因包括继电保护装置的设定值过高、设备

故障、线路连接不良或传感器失效等。当继电保护装置无法感知到电流或电压的变化时,它无法启动并采取必要的保护措施。

保护不灵敏故障:保护不灵敏故障是指继电保护装置在故障发生时反应迟缓或响应不充分。通常表现为保护装置响应时间过长,不能迅速切断故障电路,从而使故障扩展并影响整个电力系统的稳定性。这类故障可能由继电器的性能退化、电流电压测量误差、或继电保护装置内部逻辑设置不当等原因引起。保护不灵敏故障如果不及时处理,可能导致电力系统事故加剧,甚至带来更大规模的停运风险。通过对继电保护装置常见故障类型的分析,可以帮助工程人员及时识别和解决问题,提高继电保护装置的可靠性和稳定性,从而保障电力系统的安全运行。

2 继电保护装置故障诊断方法

2.1 传统故障诊断方法

传统的继电保护装置故障诊断方法通常依赖于人工检测和判断。这些方法的优点在于操作简单,适用于对设备熟悉的工程人员,但也存在一定的局限性。最常见的传统故障诊断方法包括:

经验诊断法:工程技术人员基于多年经验,通过观察保护装置的工作状态和系统运行情况,手动进行故障排查。该方法的优点是能够迅速发现一些明显的故障问题,特别是在对设备了解较深的情况下,但也容易因人为因素而漏掉一些隐性故障。**试验检测法:**通过定期对继电保护装置进行现场试验或检测,检查设备是否存在故障。这些试验通常包括电气参数测试、动作性能测试等,能够在一定程度上发现设备的潜在故障。缺点是该方法较为繁琐且不能实时监控设备运行状态,且试验频率和时机可能影响诊断结果。**设备监测与报警法:**对继电保护装置进行基础的监控,若出现异常情况,及时发出报警,工程人员根据报警信息进行排查。尽管该方法能快速响应设备的异常,但在一些复杂故障情况下,无法提供足够详细的信息,难以快速定位故障源。这些传统方法虽在一定程度上能够进行故障诊断,但多依赖人工判断,效率较低且容易出现误诊。

2.2 基于数据分析的故障诊断方法

随着信息技术的发展,基于数据分析的故障诊断方法逐渐成为继电保护装置诊断的主流趋势。这类方法通过采集装置的实时运行数据,结合大数据分析、人工智能等先进技术,提高了故障诊断的精度和效率^[2]。

故障数据采集与分析:通过实时采集继电保护装置的电流、电压、频率等运行数据,利用数据挖掘技术分析系统中出现的异常波动。通过比对正常运行状态下的数据与实际运行数据的差异,可以初步判断故障的类型和范围。该方法能够实时监控设备状态,减少人工判断的误差。**机器学习与模式识别技术:**基于机器学习算法,系统通过学习历史故障案例和运行数据,构建故障诊断模型。这些算

法能够识别设备故障的潜在模式,自动发现异常情况,并与历史故障数据进行比对,从而提高诊断的准确性和响应速度。机器学习技术可以有效处理复杂的非线性问题,识别多种复杂故障模式。**智能化故障预测与报警系统:**借助物联网和云计算技术,构建远程监控与智能诊断平台,利用大数据分析预测继电保护装置可能出现的故障风险。当系统检测到异常时,能够自动报警并预测故障发生的概率和时间,提前采取应急措施,降低故障发生的影响。基于数据分析的故障诊断方法具有较高的自动化水平,能够实时、准确地诊断出继电保护装置的故障,并为后续的维修工作提供数据支持,从而有效提高了电力系统的稳定性和可靠性。

3 继电保护装置的维护管理策略

3.1 维护管理的目标与原则

继电保护装置的维护管理旨在确保装置长期稳定、可靠地运行,最大限度地减少故障发生频率,提升电力系统的安全性与可靠性。其维护管理的主要目标包括:降低设备故障率、延长设备使用寿命、减少维修成本、提高系统稳定性。为了实现这些目标,维护管理必须遵循以下几个基本原则:

预防为主:在保证装置运行正常的前提下,通过定期检查、维护和修复,尽量避免故障发生。**预防性维护:**可有效避免不必要的停机和设备损坏。**实时监控:**借助现代信息技术,对继电保护装置进行实时监控,及时发现潜在问题,做到早发现、早处理。**持续改进:**根据设备运行状态和故障发生的历史数据,不断优化维护策略和管理流程,以实现持续的技术和管理提升^[3]。

3.2 继电保护装置的定期检修与预防性维护

定期检修和预防性维护是继电保护装置维护管理的传统方法。定期检修是指根据设备的使用情况和厂家规定的检修周期,定期对继电保护装置进行全面检查,确保其各项参数在正常范围内。检修内容包括对继电器的检查、触点的清洁、线路的检测以及设备运行数据的分析等。预防性维护则是在设备运行过程中,通过监测设备状态、分析运行数据,及时发现可能引发故障的隐患,并采取相应的维护措施。例如,通过定期的电流、电压测试,确保保护装置的响应时间和动作精度都处于良好状态。此外,预防性维护还包括设备的校验工作,以避免由于长期运行导致的误差积累,确保装置精度始终保持在最佳状态。定期检修和预防性维护有助于延长继电保护装置的使用寿命,并确保设备在高负荷和极端条件下能够持续稳定运行。

3.3 基于智能化技术的预测性维护

随着物联网、大数据和人工智能技术的发展,预测性维护成为继电保护装置维护管理的新趋势。预测性维护通过对设备的实时监测、数据分析与故障预测,提前识别设备潜在的故障风险,做到“治未病”。其基本原理是利用

传感器和数据采集设备实时收集继电保护装置的工作状态数据,如温度、电流、电压、动作时间等,并通过大数据分析技术对这些数据进行处理,识别出设备可能的故障趋势和潜在风险。基于这些数据,系统可以预测设备的故障时间、故障类型以及故障原因,并通过智能算法提前发出预警。这种方式可以提前安排维修工作,避免突发故障导致的设备停运和更大范围的损害。预测性维护还能够通过历史数据分析优化维护计划,使得维护工作更加精准和高效。

4 继电保护装置故障诊断与维护管理的优化方案

4.1 故障诊断优化方案

为提高继电保护装置的故障诊断效率和准确性,优化方案应着重于提升诊断技术的智能化和自动化水平。首先,结合大数据分析和人工智能技术,建立故障诊断模型,通过历史故障数据的训练和分析,使系统能够智能识别各种复杂的故障模式,提前进行预警。通过实时监控设备的运行状态,将采集的数据进行自动分析,生成实时故障诊断报告,提高诊断速度和准确性。优化故障诊断的决策支持系统,使其不仅能够识别常见的故障类型,还能够识别非典型故障和复杂故障。例如,结合机器学习技术,通过对大量历史数据进行深度学习,自动提取设备运行的关键特征,实现多维度、多角度的故障分析。最后,加强数据可视化管理,将故障诊断结果以图表、报告等直观形式呈现,帮助工程人员快速定位问题,并采取有效的解决措施。

4.2 维护管理优化方案

优化继电保护装置的维护管理方案,首先需要提高设备监控的实时性和全面性。通过物联网技术将各类传感器、监控设备和云平台连接,实现设备运行状态的远程监控与分析。利用传感器实时采集设备的温度、振动、压力等关键参数,通过云计算平台对数据进行处理,识别潜在故障并发出预警信号。这将使得维护人员能够及时了解设备状态,做到早期诊断、早期处理,减少传统的定期检查所带来的不必要停机。维护管理应更加注重精细化与智能化。通过建立设备的数字化档案,对设备进行全生命周期的跟踪管理。基于数据分析,调整维护周期和策略,避免过度维护和漏检现象。例如,在预测性维护的基础上,根据设备的实际运行状态动态调整维护计划,以确保维护工作既高效又经济^[4]。

4.3 案例分析与实践

在某电力公司对继电保护装置进行故障诊断和维护

管理优化的实践中,采用了基于大数据分析和智能算法的故障诊断系统。通过对历史故障数据的分析,该系统能够实现自动故障诊断,并提供详细的故障信息和处理建议。系统的应用大大提高了故障诊断的准确性和效率,故障响应时间缩短了约30%。与此同时,该公司还引入了基于物联网的远程监控技术,对继电保护装置进行实时监控。通过传感器和监测设备,能够及时检测到设备的异常情况并发出预警,确保了设备的稳定运行。在维护管理方面,该公司通过优化维护计划,结合智能化的设备管理系统,调整了定期检查的周期,减少了设备的停机时间,并确保了资源的高效配置。通过采用智能化的预测性维护策略,结合设备的实时数据进行分析,提前诊断出潜在故障并及时采取维修措施,进一步提高了系统的可靠性和设备的使用寿命。结合智能化技术和数据分析的故障诊断与维护管理优化方案,不仅提高了继电保护装置的工作效率,还有效减少了故障发生率,为电力公司节省了大量的维护成本,提升了电力系统的整体稳定性。

5 结束语

继电保护装置作为电力系统中的关键组成部分,承担着重要的安全保障任务。本文通过分析继电保护装置的故障类型,探讨了常见的故障诊断方法与维护管理策略,提出了基于数据分析与智能化技术的优化方案。智能化、数据驱动的故障诊断与维护管理方法能够有效提升继电保护装置的诊断精度,减少故障发生频率,提高电力系统的稳定性与安全性。未来,随着技术的不断发展,继电保护装置的故障诊断与维护管理将更加智能化和自动化,为电力系统的高效运行提供有力保障。

【参考文献】

- [1]王荣印,彭先.基于大数据的继电保护装置故障诊断技术研究[J].电气技术与经济,2025(1):391-393.
 - [2]贾轶峰.基于配电自动化与继电保护技术的协同保护故障与应对策略[J].光源与照明,2024(12):162-164.
 - [3]余翔.Apriori 算法继电保护装置缺陷自动诊断方法[J].无线互联科技,2024,21(24):100-102.
 - [4]王宇轩,胡威.新型电力系统的继电保护隐藏故障及预防措施分析[J].电工技术,2024(2):674-676.
- 作者简介:朱晓美(1991.12—),女,河南省内黄县人,汉族,研究生,中级电力工程师,就职于国网郑州市供电公司,从事变电二次运检工作。